

第5波におけるワクチン及び自然感染による 感染予防効果

—名古屋市における新型コロナワクチンの
接種状況、ワクチンの効果の推定(暫定)—

大東文化大学 中島一敏

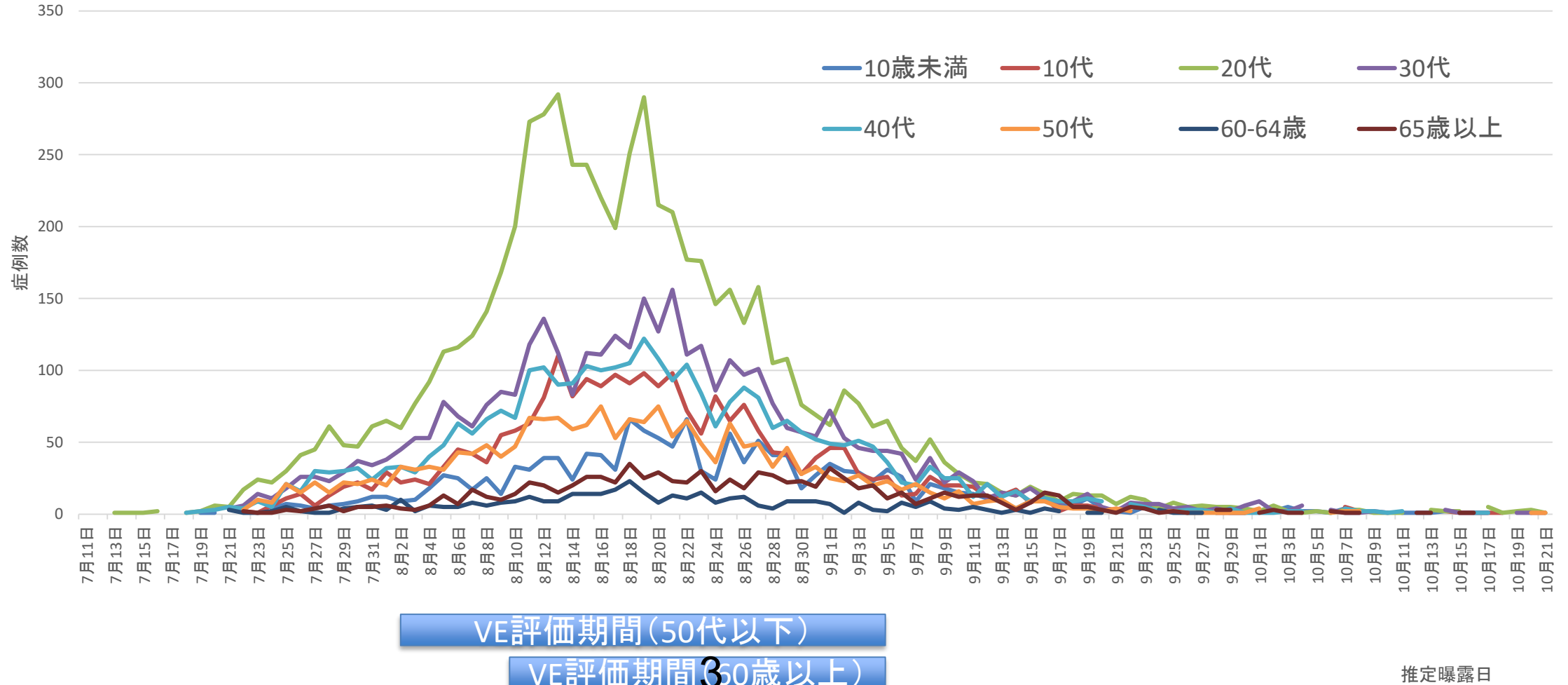
名古屋市保健所 浅井清文、浅井慶太他

データと分析

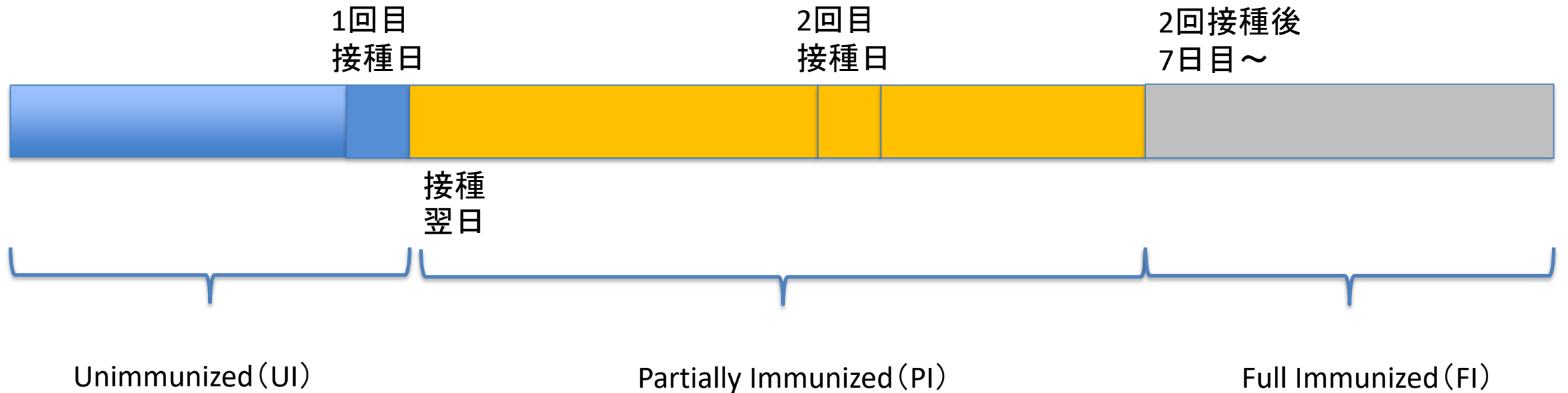
- ワクチン接種状況
 - 2021年11月15日現在、VRSより抽出
 - 2021年4月11日～11月14日
 - 職域接種のデータ入力もほぼ終了
- 症例情報
 - 2021年8月1日-10月28日の名古屋市公表症例20,422例
 - 匿名化したラインリスト
- VE評価
 - 10代(12-19歳)、20代、30代、40代、50代、60-64歳、65歳以上で層別
 - Unimmunizedに対する、Partially immunized(1回接種)、Full immunized(2回接種)の推定曝露日(発病日-5日)別に7日単位で感染リスクの比較: 1-RR
 - 評価期間:8月2日～9月5日の5週間(60歳上は8月9日～9月5日の4週間)
 - 週ごとにVEを算出、症例数で重み付けした平均値を算出
- 年齢人口における感染予防効果
 - 接種率 \times VE
- 自然感染後の感染予防免疫の評価
 - 2020年2月8日以降のラインリスト、血清疫学調査・感染後免疫に関する文献情報を用いて推定

第5波の推定曝露日別流行曲線

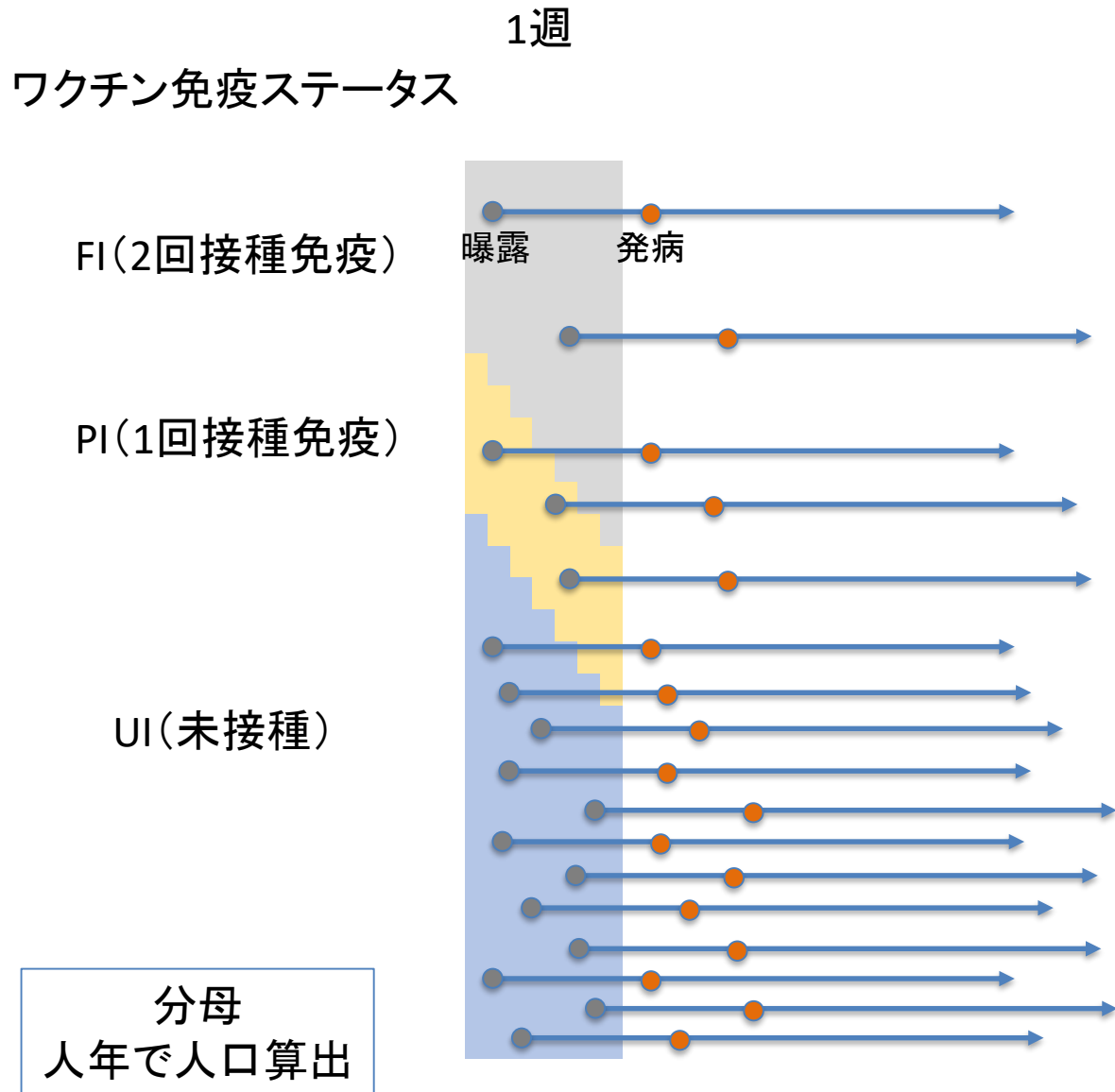
推定曝露日による流行曲線、名古屋市、2021年7月11日-10月21日



ワクチン接種時期とワクチン免疫ステータスの定義



ワクチン効果 (Vaccine Effectiveness: VE) の推定



免疫ステータス毎
に罹患率を算出

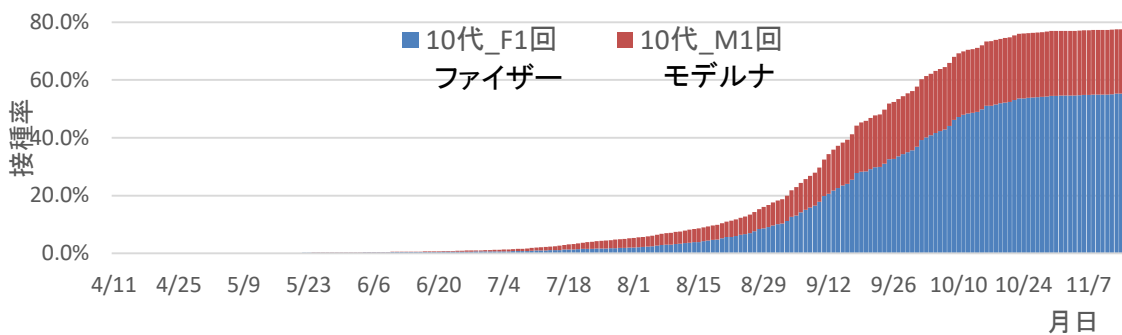
罹患率
左記の分子/分母

UIを基準に
PI及びFIのVEを算出

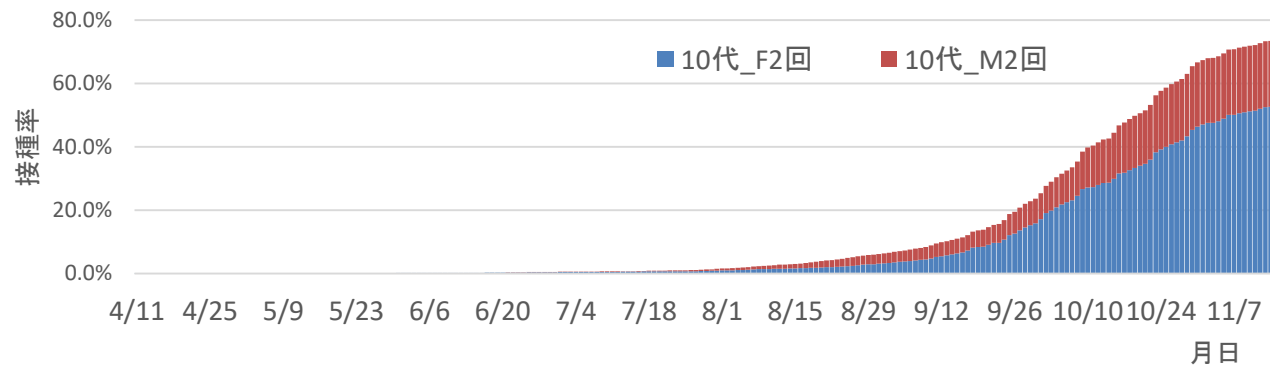
$$VE = 1 - RR$$

観察期間(4-5週)
の症例数で重み付け
した平均値を算出

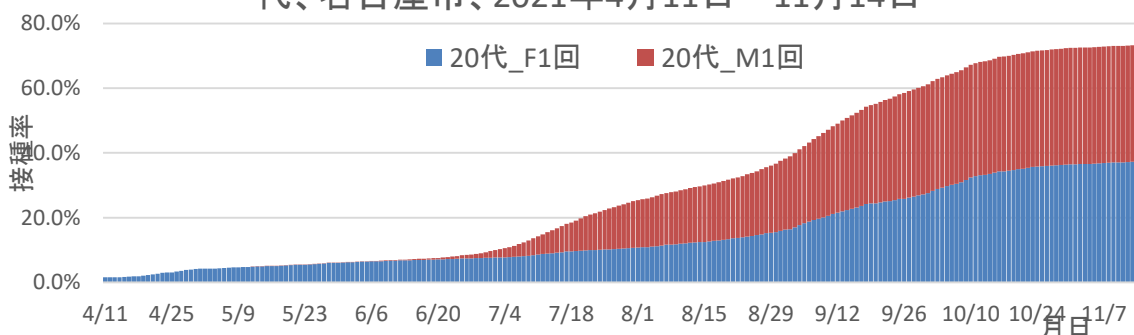
新型コロナワクチン種類別1回目予防接種率の推移、12-19歳、名古屋市、2021年4月11日ー11月14日



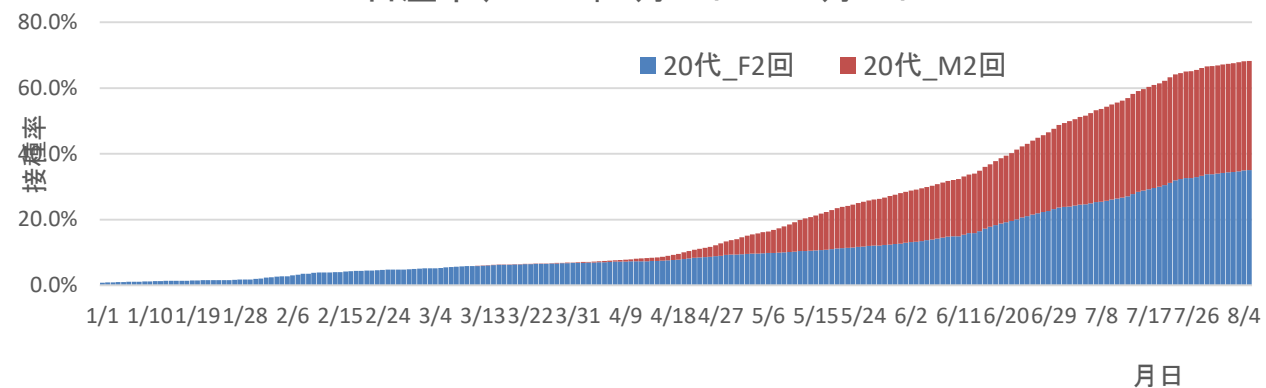
新型コロナワクチン種類別2回目予防接種率の推移、12-19歳、名古屋市、2021年4月11日ー11月14日



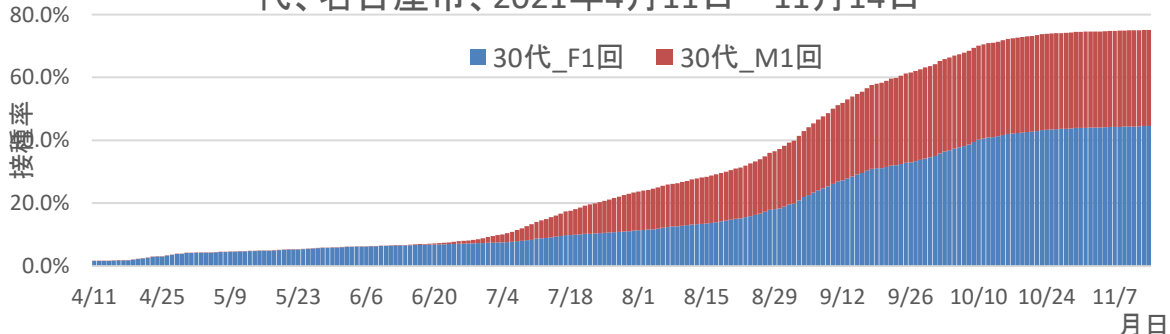
新型コロナワクチン種類別1回目予防接種率の推移、20代、名古屋市、2021年4月11日ー11月14日



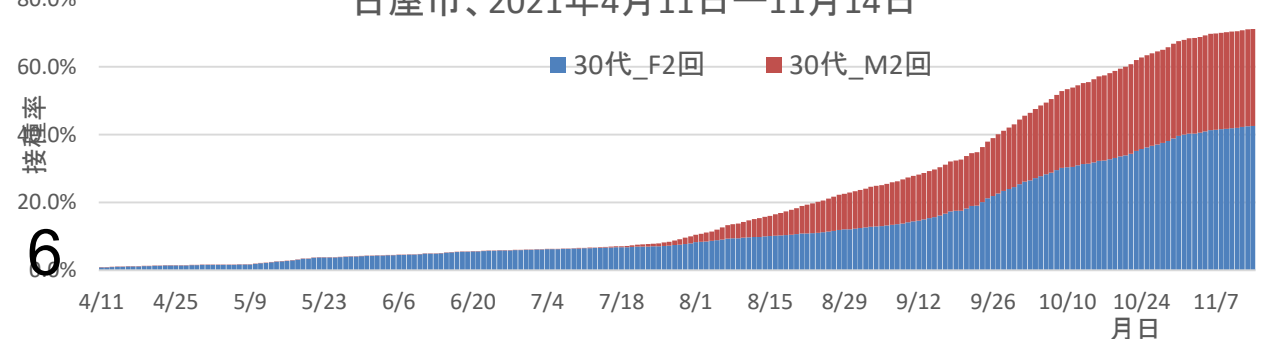
新型コロナワクチン種類別2回目予防接種率の推移、20代、名古屋市、2021年4月11日ー11月14日



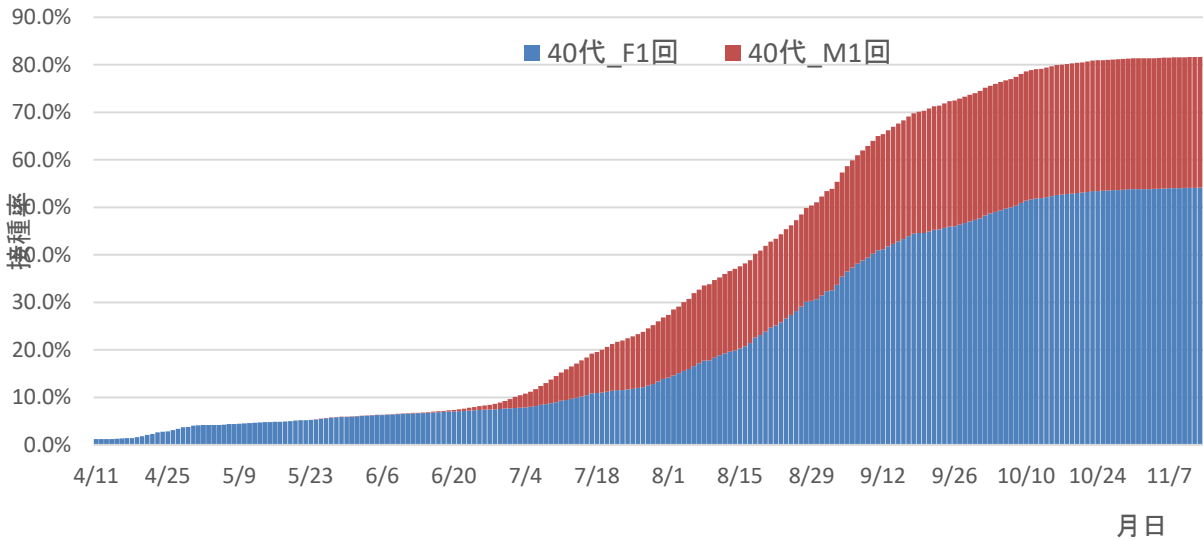
新型コロナワクチン種類別1回目予防接種率の推移、30代、名古屋市、2021年4月11日ー11月14日



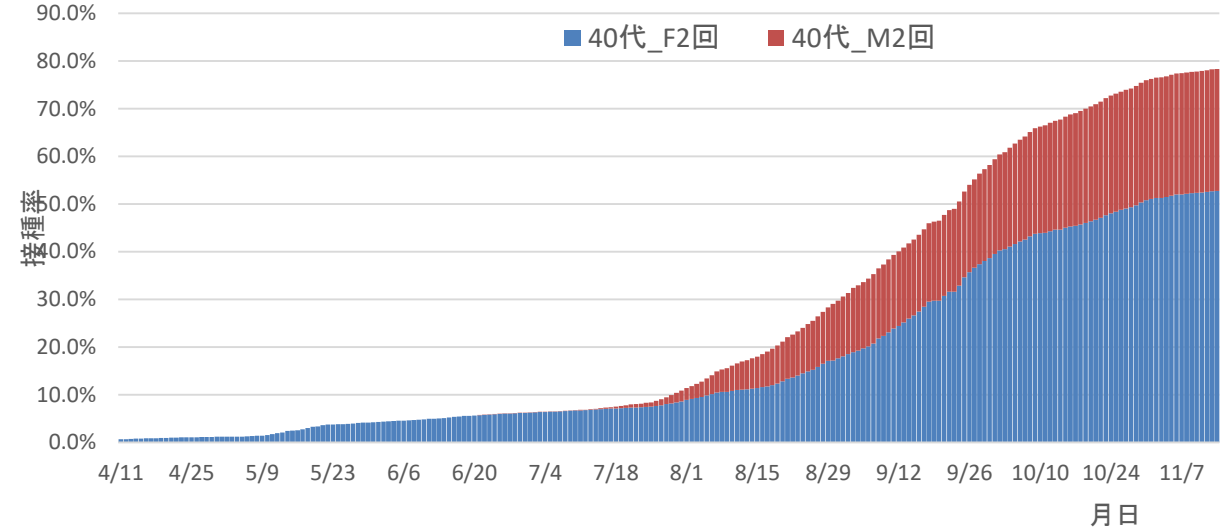
新型コロナワクチン種類別2回目予防接種率の推移、30代、名古屋市、2021年4月11日ー11月14日



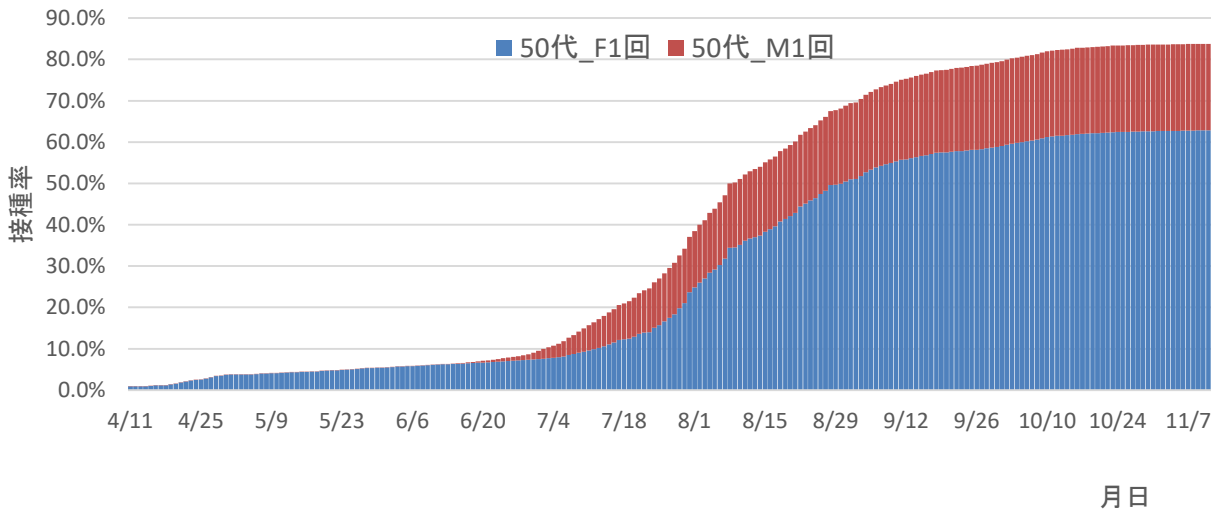
新型コロナワクチン種類別1回目予防接種率の推移、40代、名古屋市、2021年4月11日ー11月14日



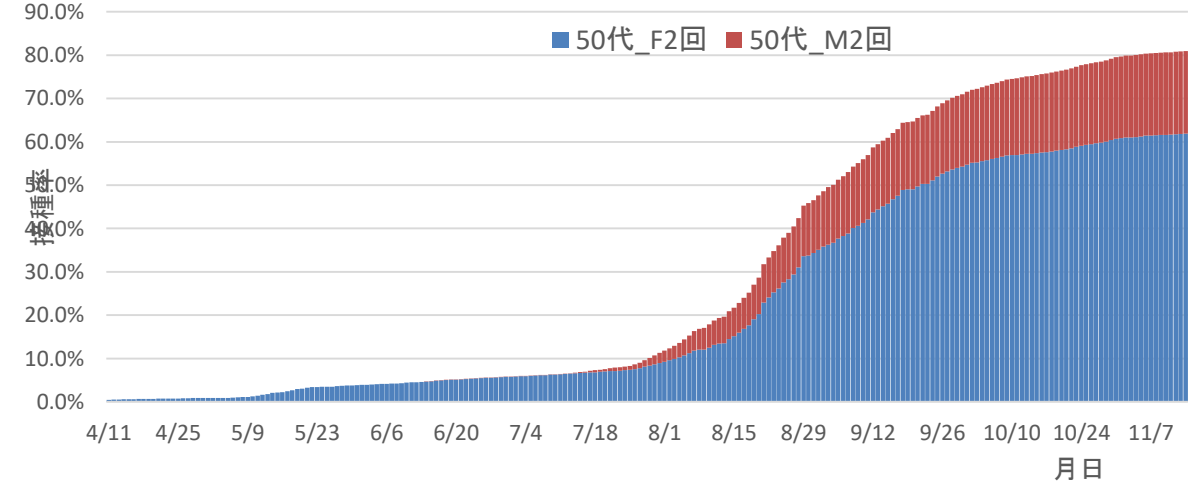
新型コロナワクチン種類別2回目予防接種率の推移、40代、名古屋市、2021年4月11日ー11月14日



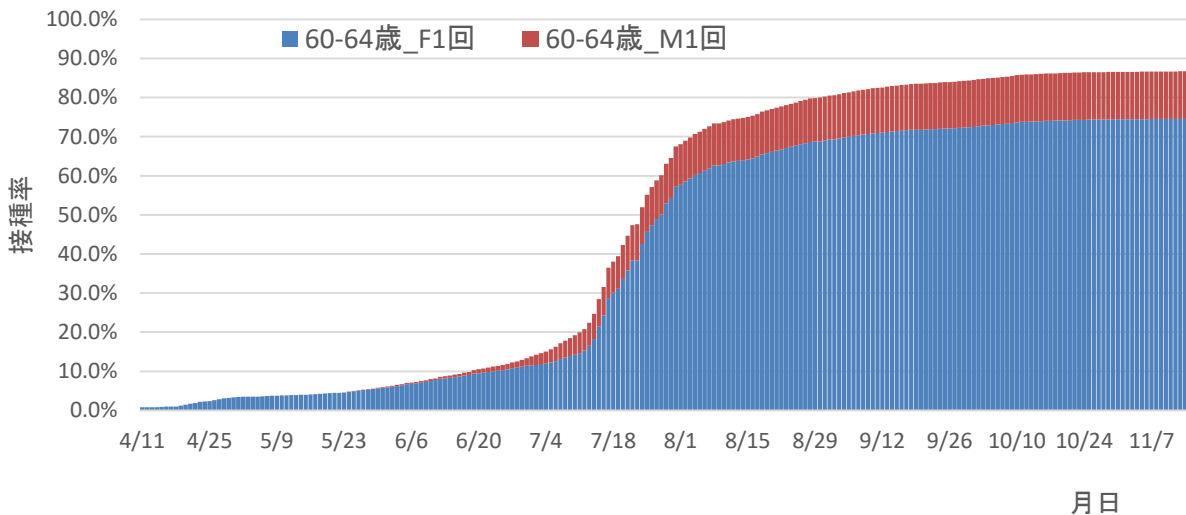
新型コロナワクチン種類別1回目予防接種率の推移、50代、名古屋市、2021年4月11日ー11月14日



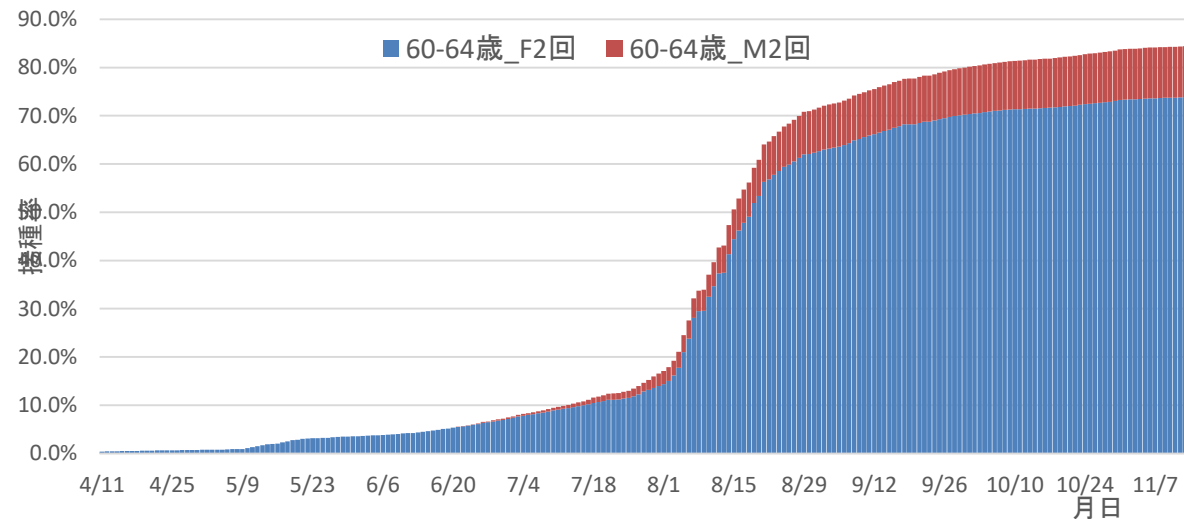
新型コロナワクチン種類別2回目予防接種率の推移、50代、名古屋市、2021年4月11日ー11月14日



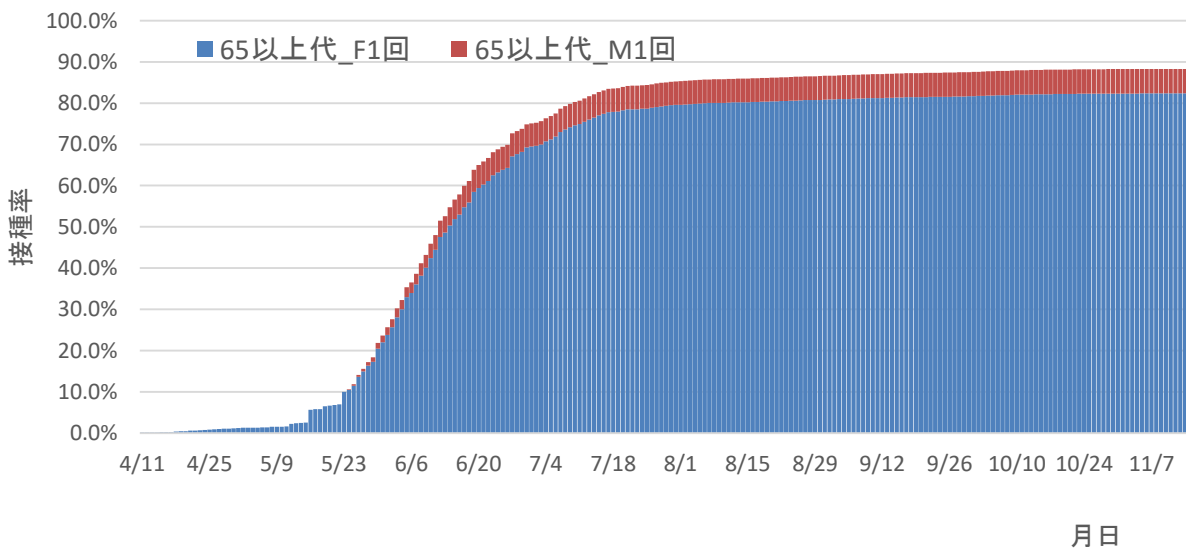
新型コロナワクチン種類別1回目予防接種率の推移、60-64歳、名古屋市、2021年4月11日—11月14日



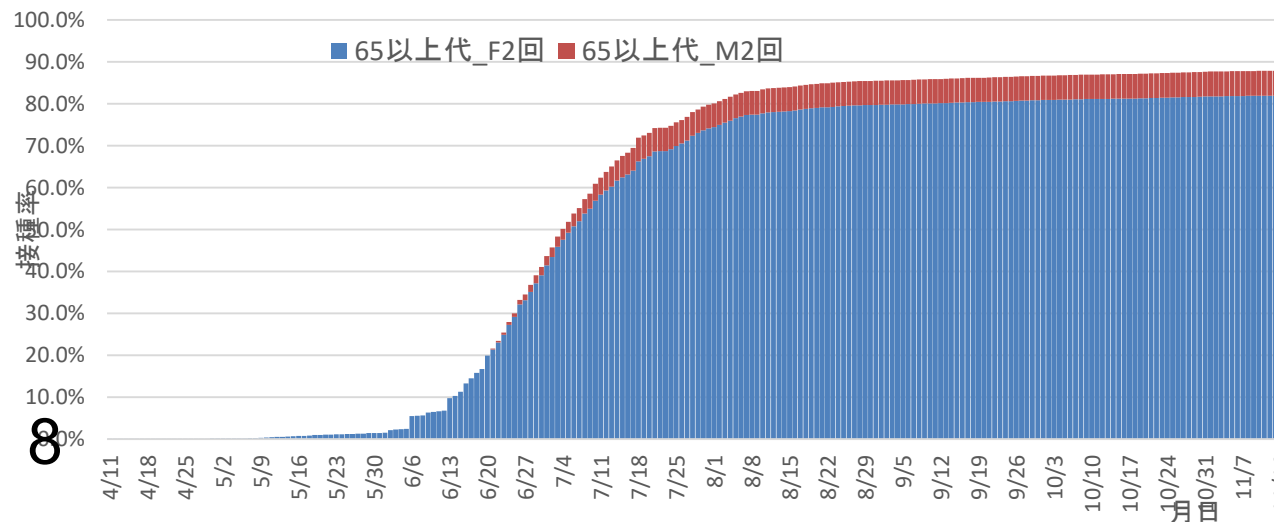
新型コロナワクチン種類別2回目予防接種率の推移、60-64歳、名古屋市、2021年4月11日—11月14日



新型コロナワクチン種類別1回目予防接種率の推移、65歳以上、名古屋市、2021年4月11日—11月14日

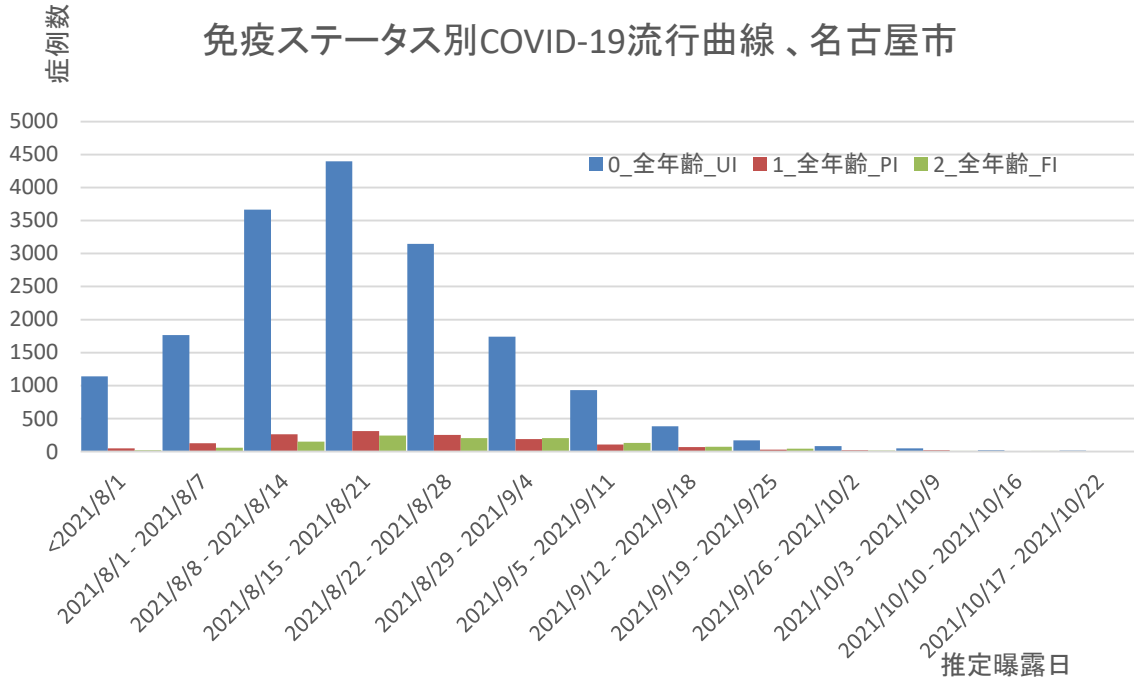


新型コロナワクチン種類別2回目予防接種率の推移、65歳以上、名古屋市、2021年4月11日—11月14日

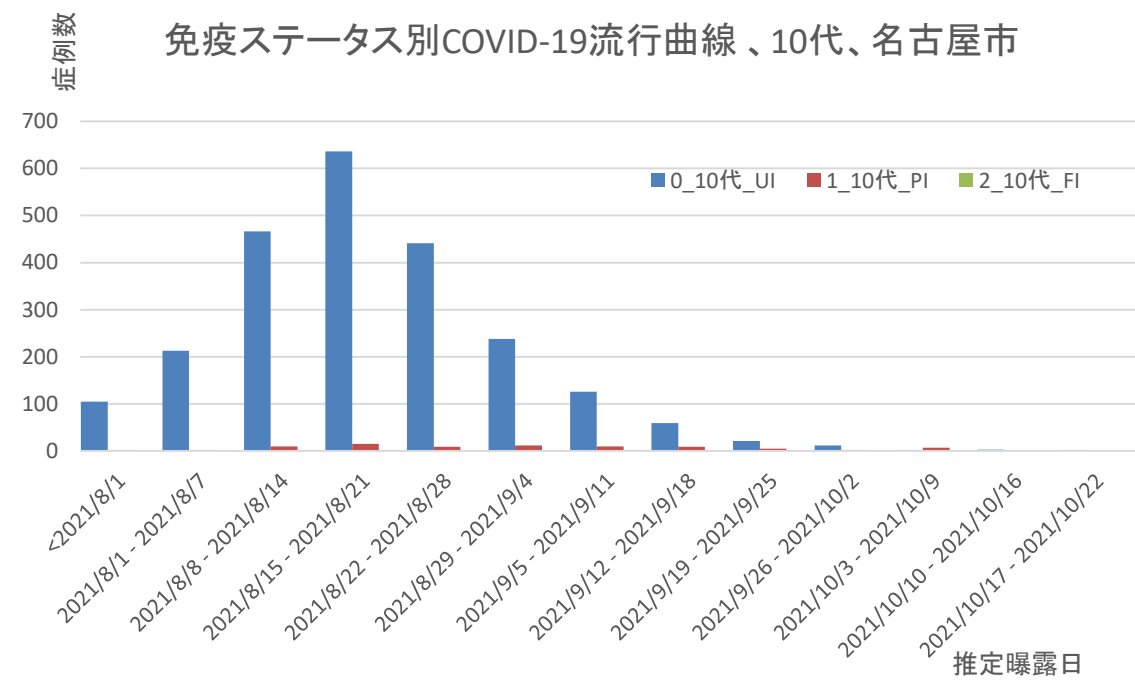


ワクチン免疫ステータス、年齢群別流行曲線

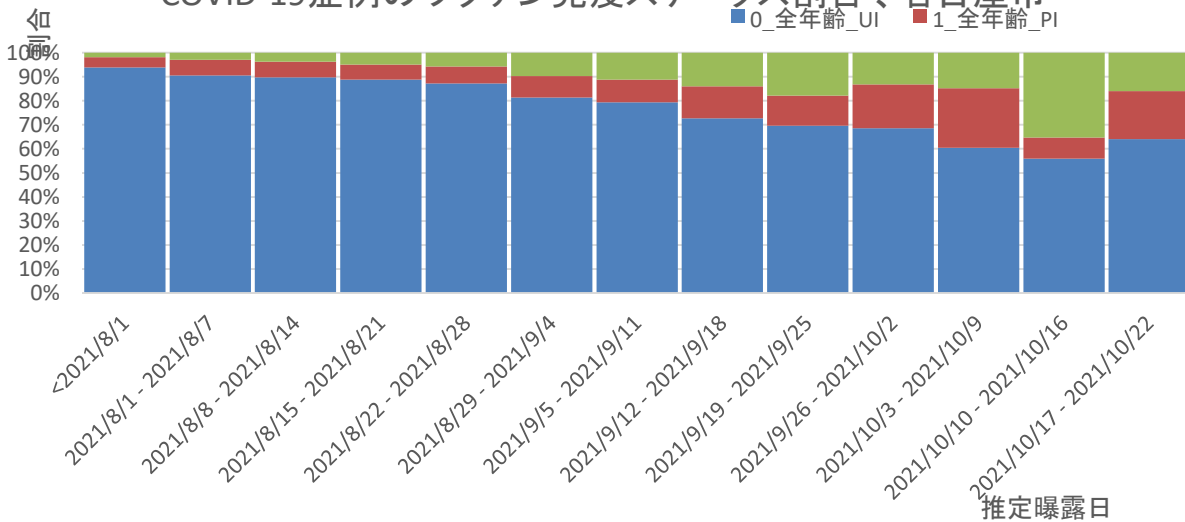
免疫ステータス別COVID-19流行曲線、名古屋市



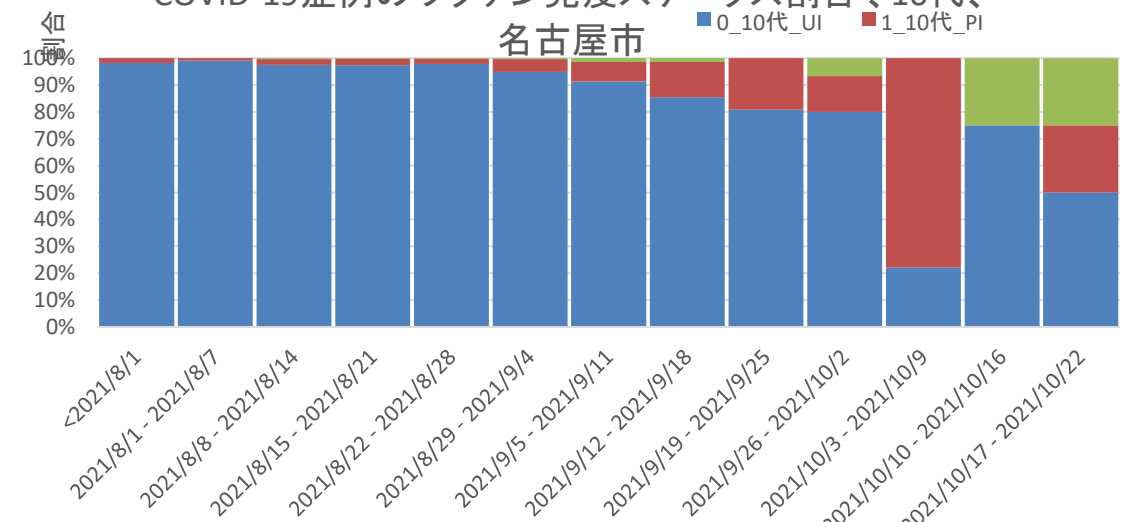
免疫ステータス別COVID-19流行曲線、10代、名古屋市



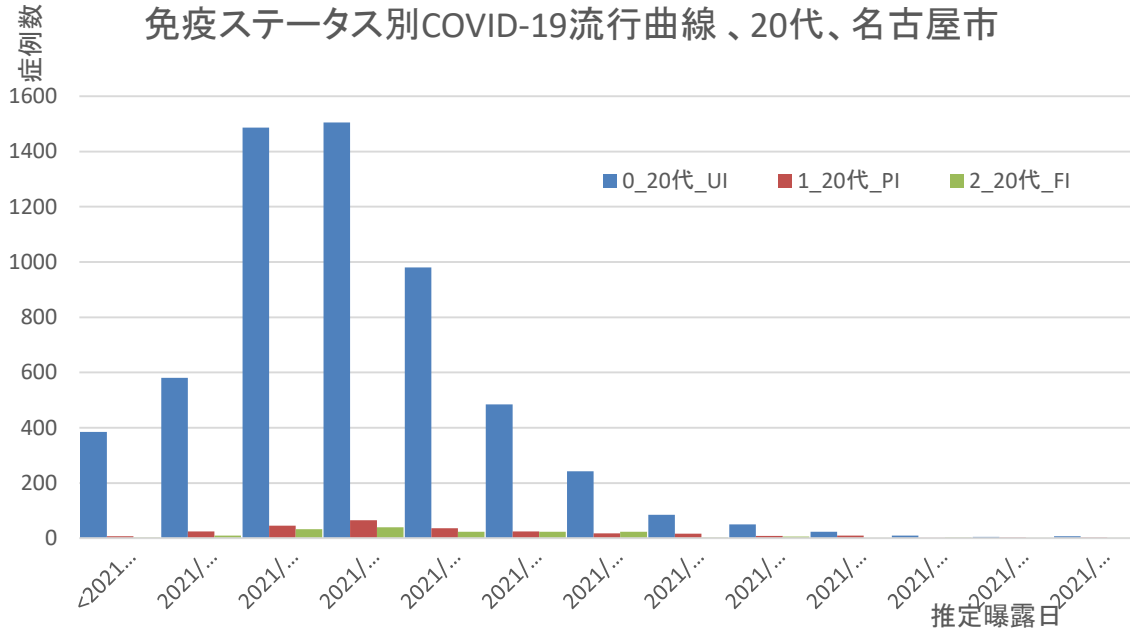
COVID-19症例のワクチン免疫ステータス割合、名古屋市



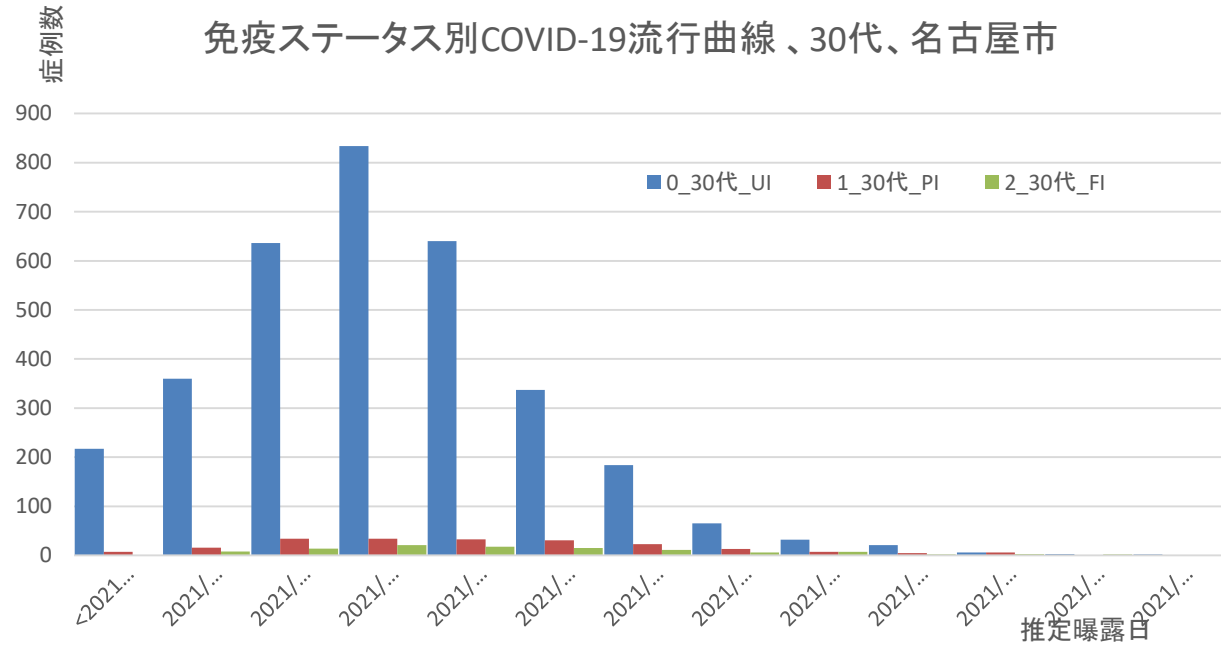
COVID-19症例のワクチン免疫ステータス割合、10代、名古屋市



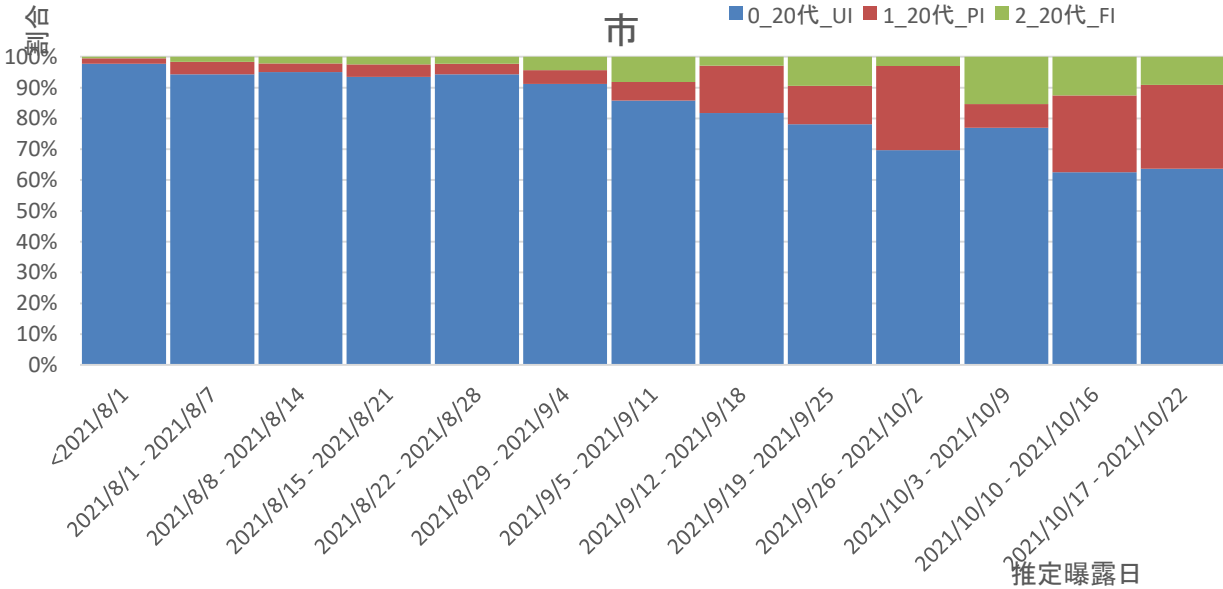
免疫ステータス別COVID-19流行曲線、20代、名古屋市



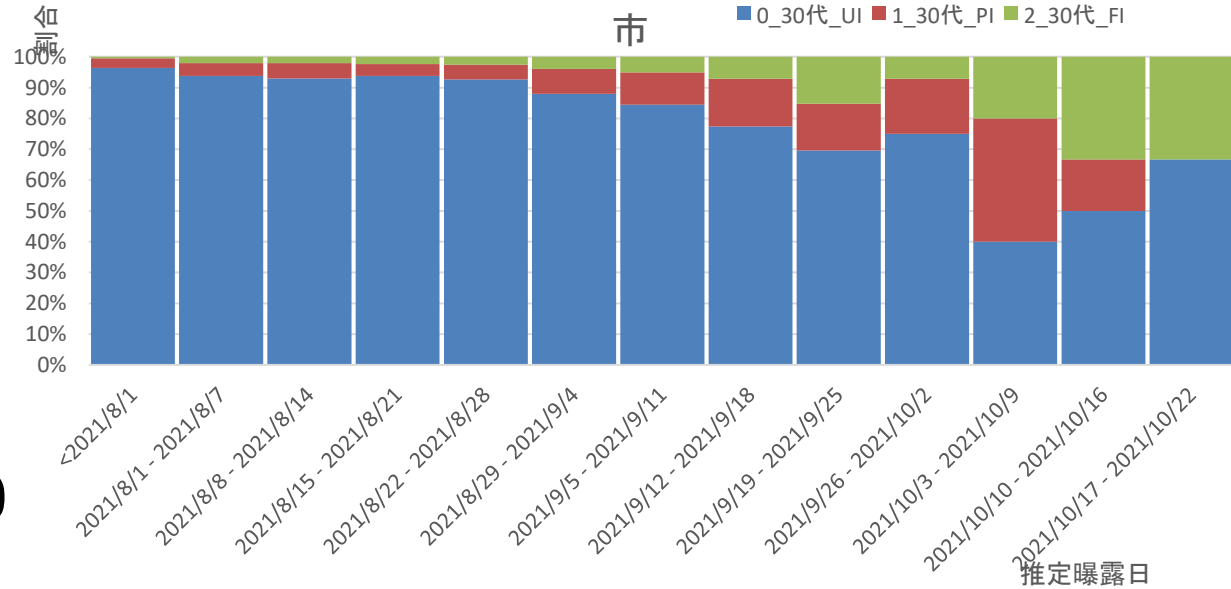
免疫ステータス別COVID-19流行曲線、30代、名古屋市



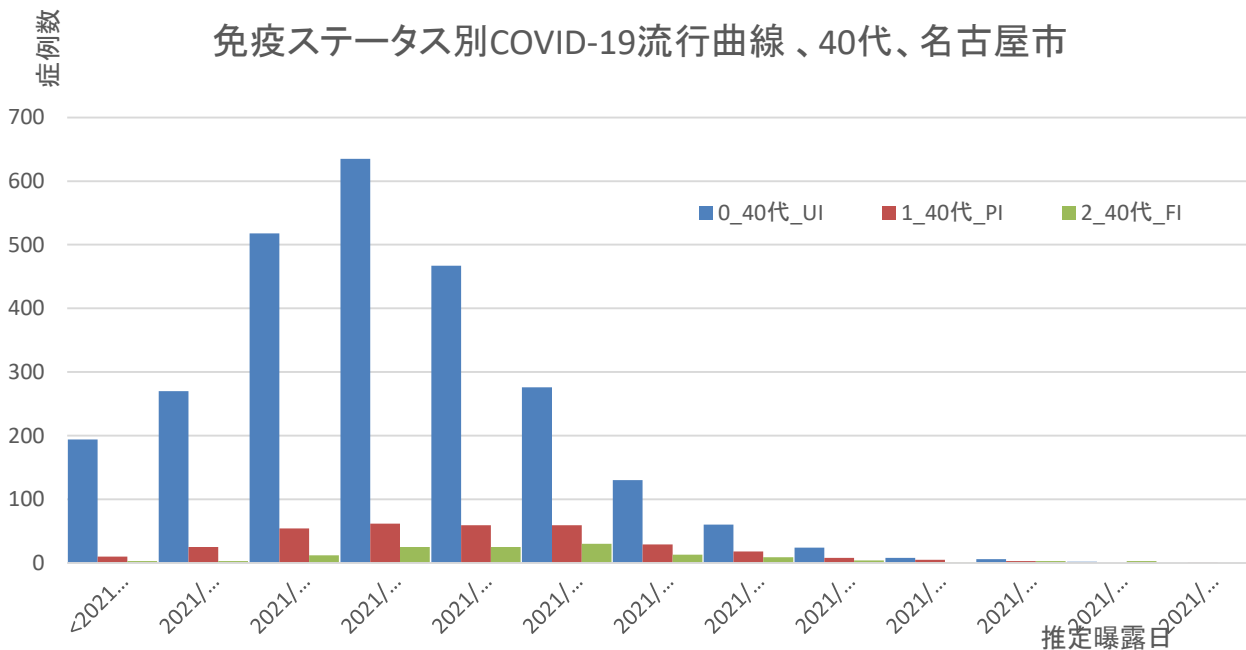
COVID-19症例のワクチン免疫ステータス割合、20代、名古屋



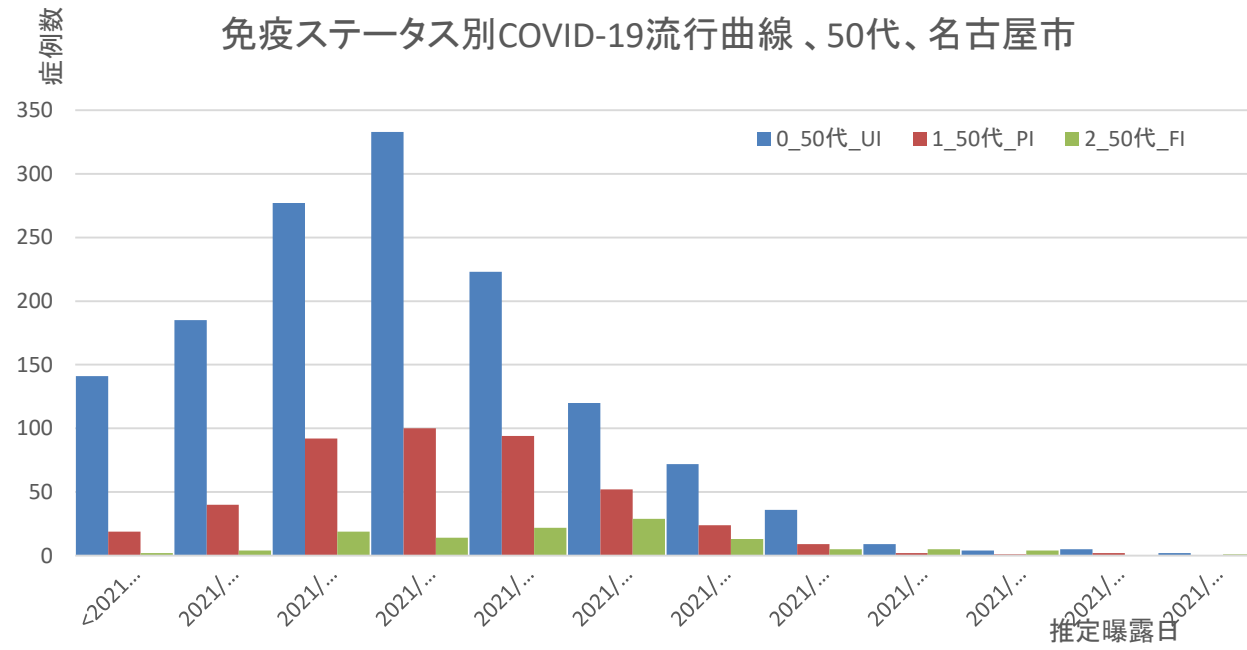
COVID-19症例のワクチン免疫ステータス割合、30代、名古屋



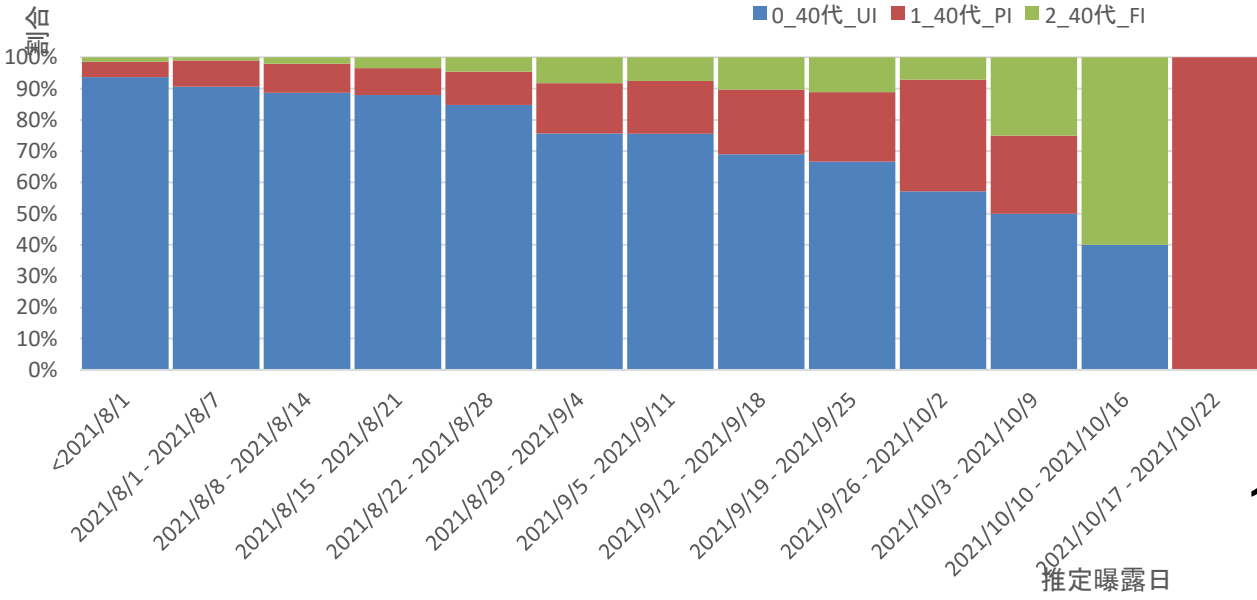
免疫ステータス別COVID-19流行曲線、40代、名古屋市



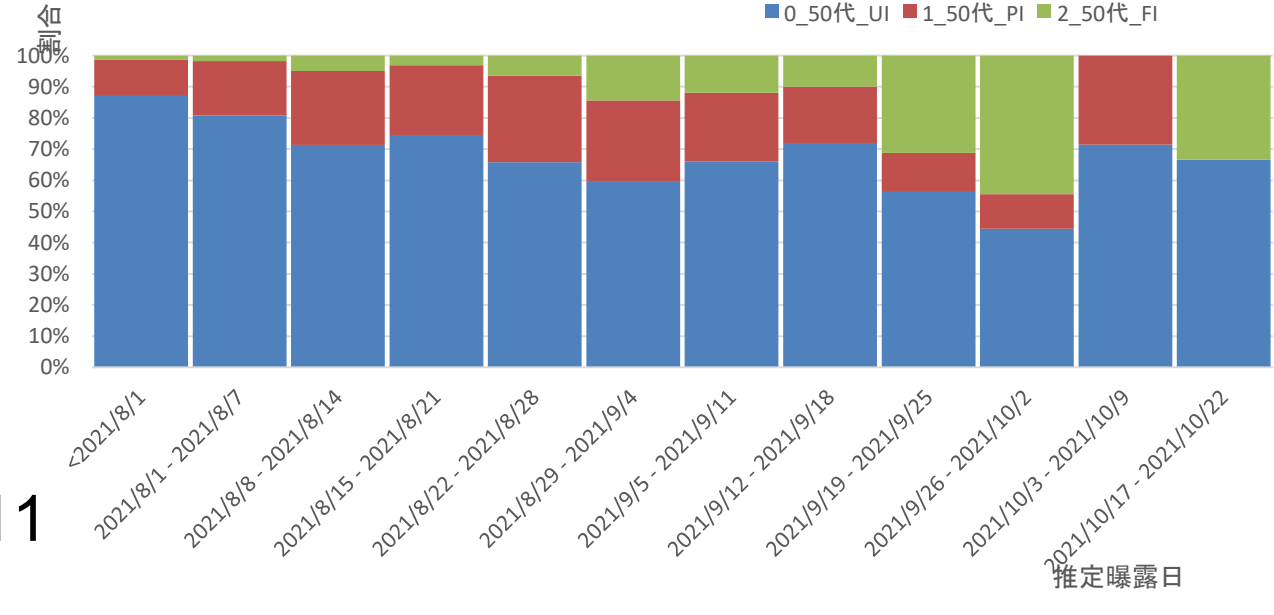
免疫ステータス別COVID-19流行曲線、50代、名古屋市

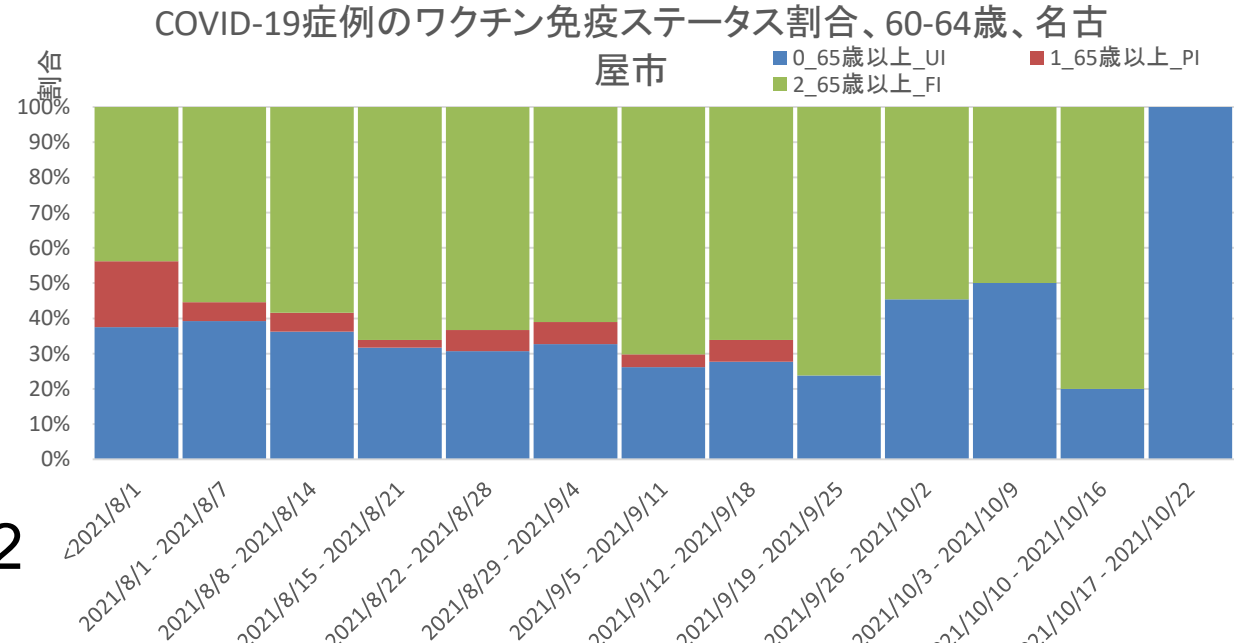
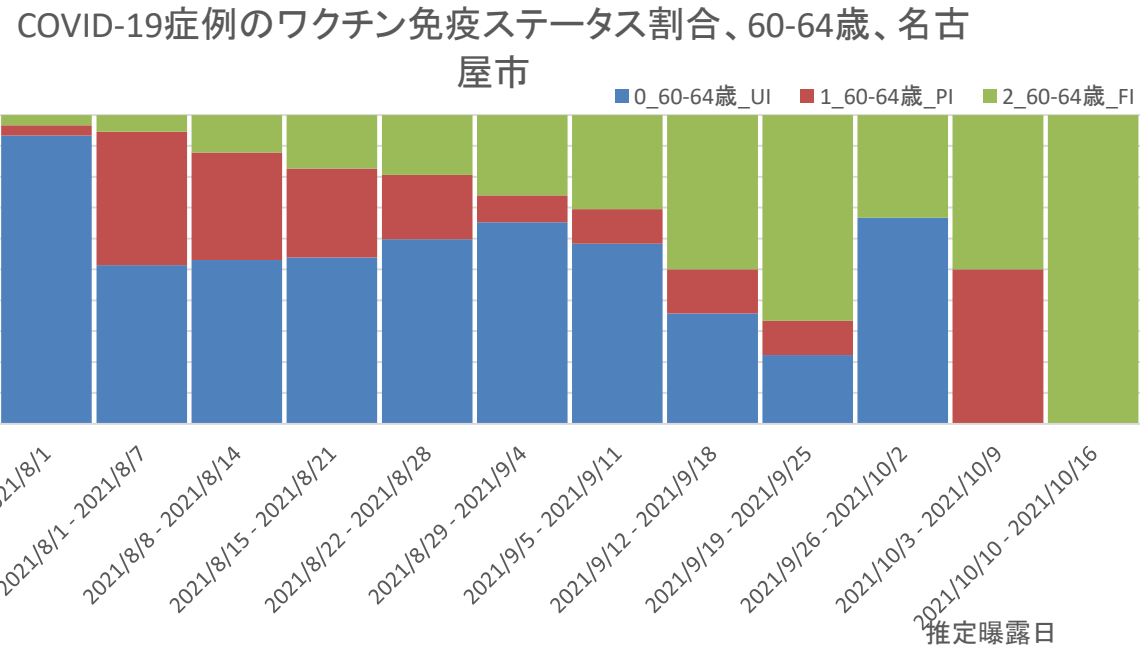
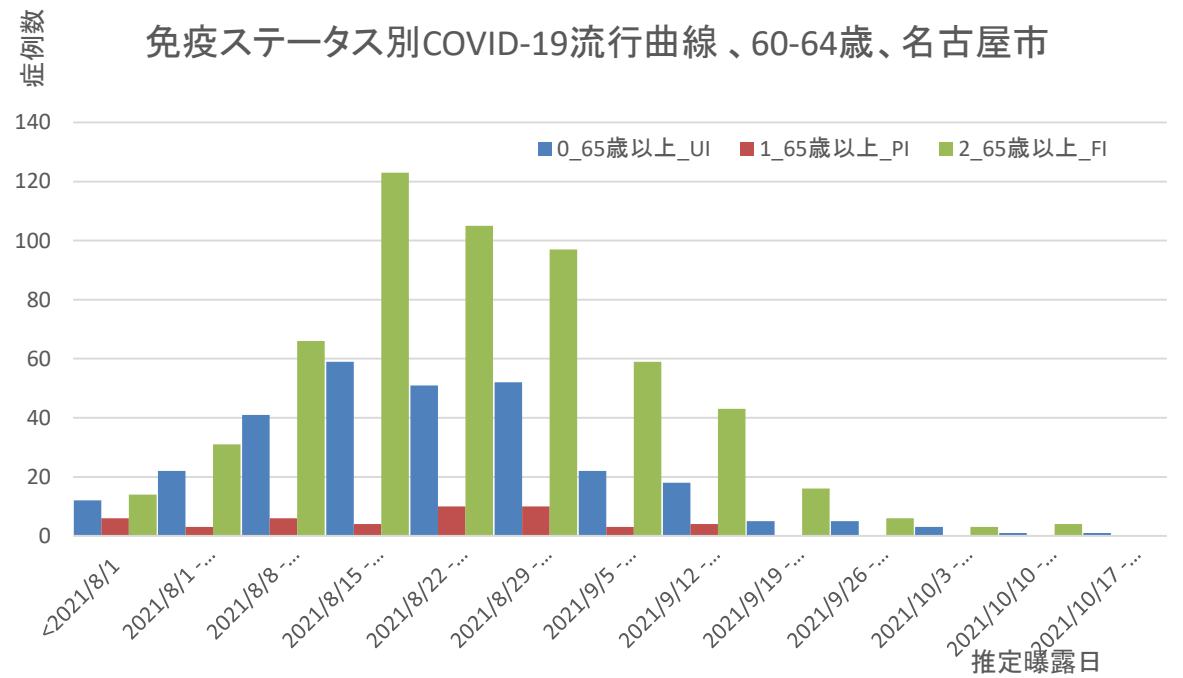
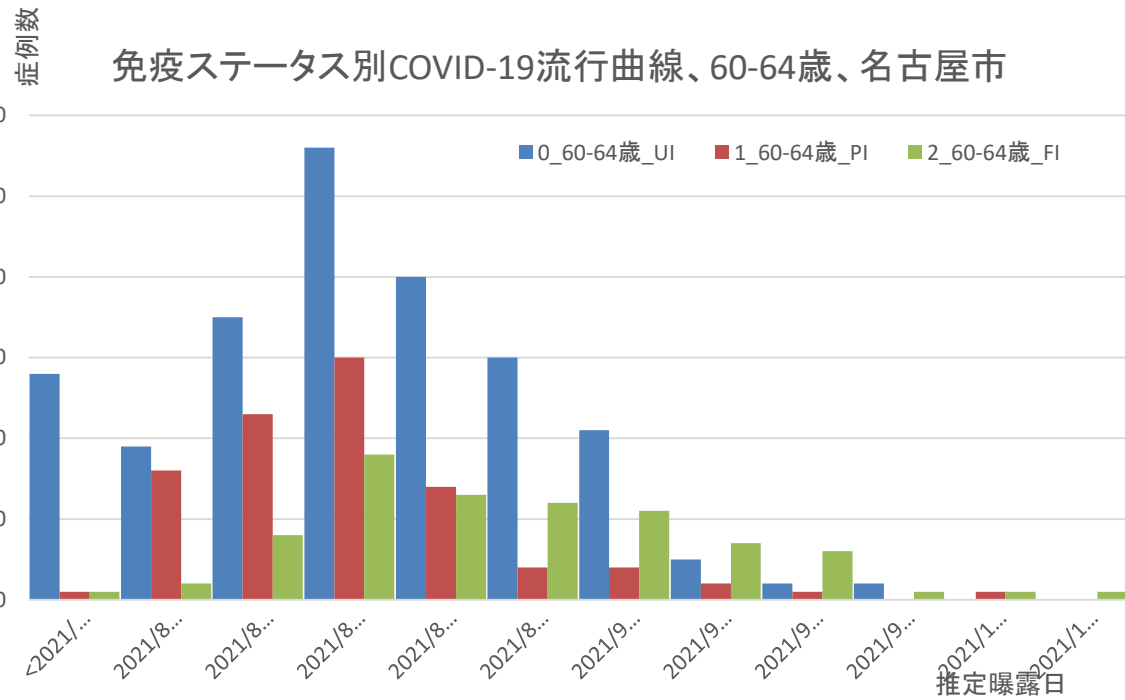


COVID-19症例のワクチン免疫ステータス割合、40代、名古屋市



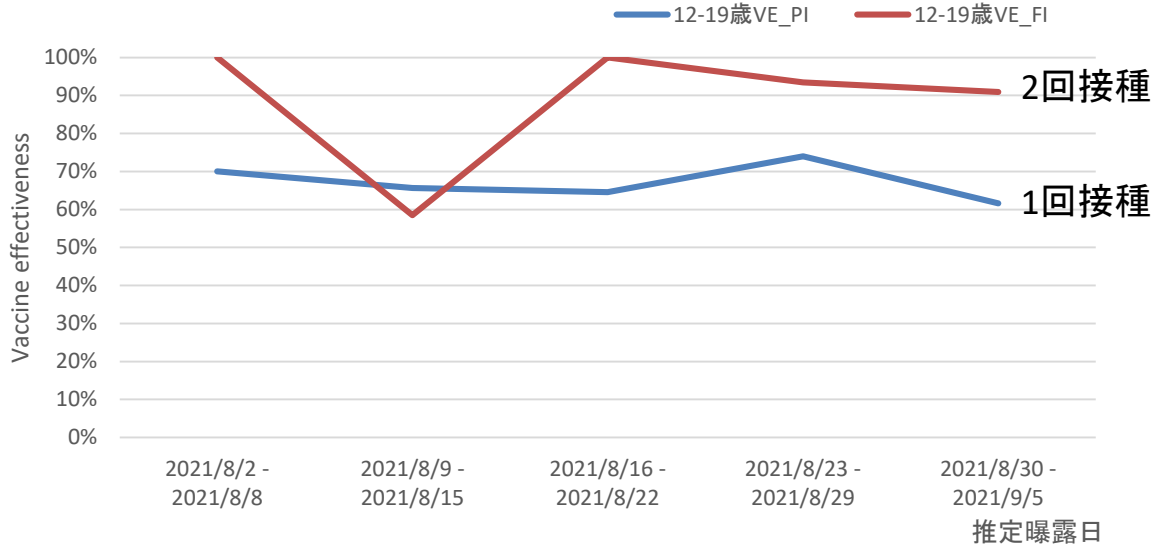
COVID-19症例のワクチン免疫ステータス割合、50代、名古屋市



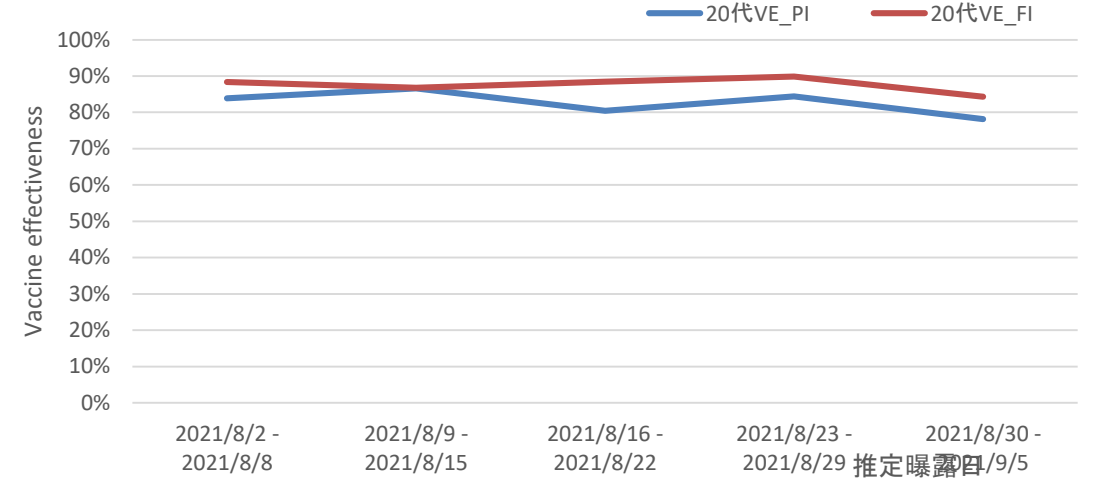


年齢群別推定VE

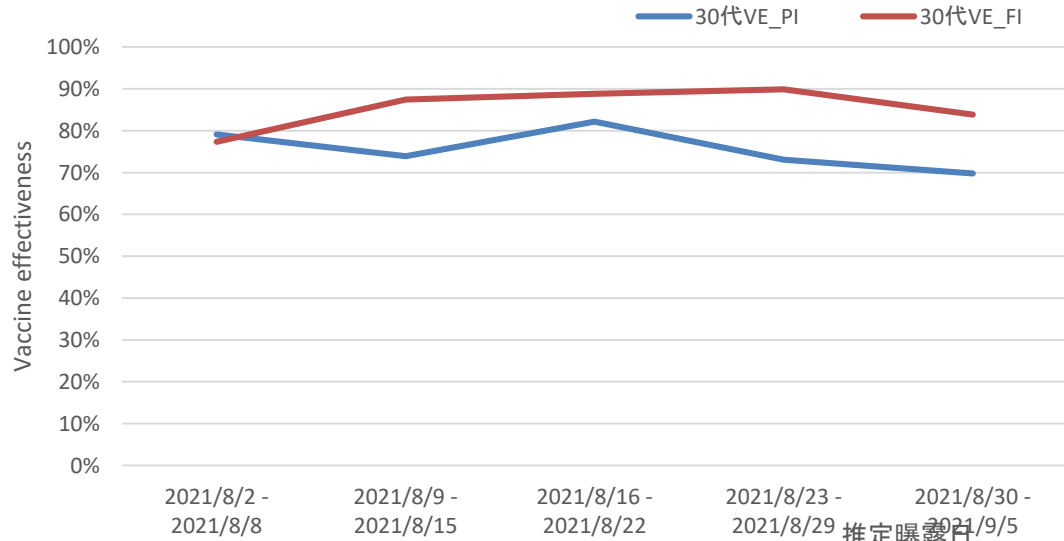
推定ワクチン感染予防効果、12-19歳、名古屋市



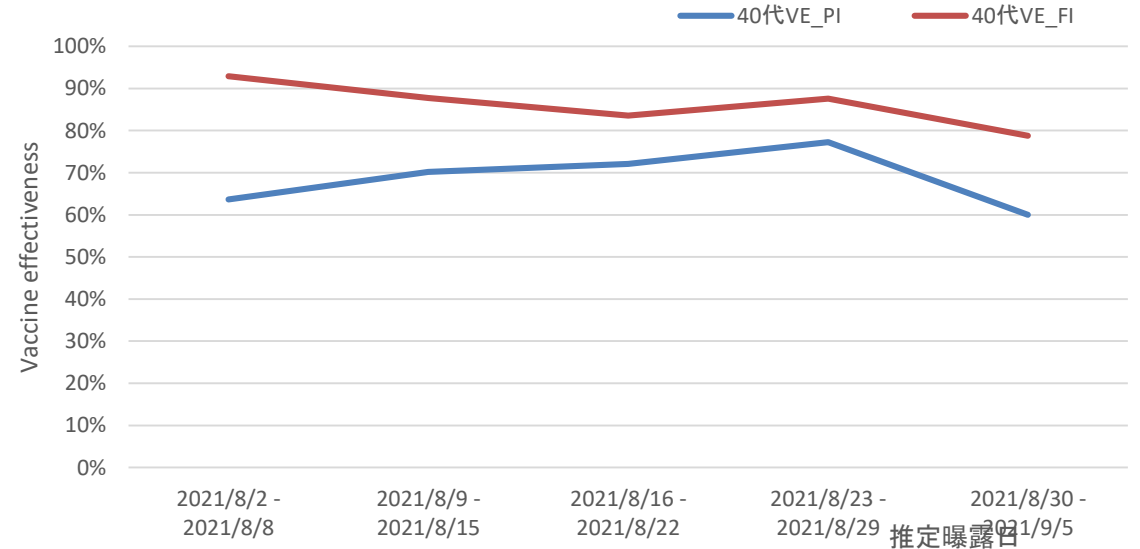
推定ワクチン感染予防効果、20代、名古屋市



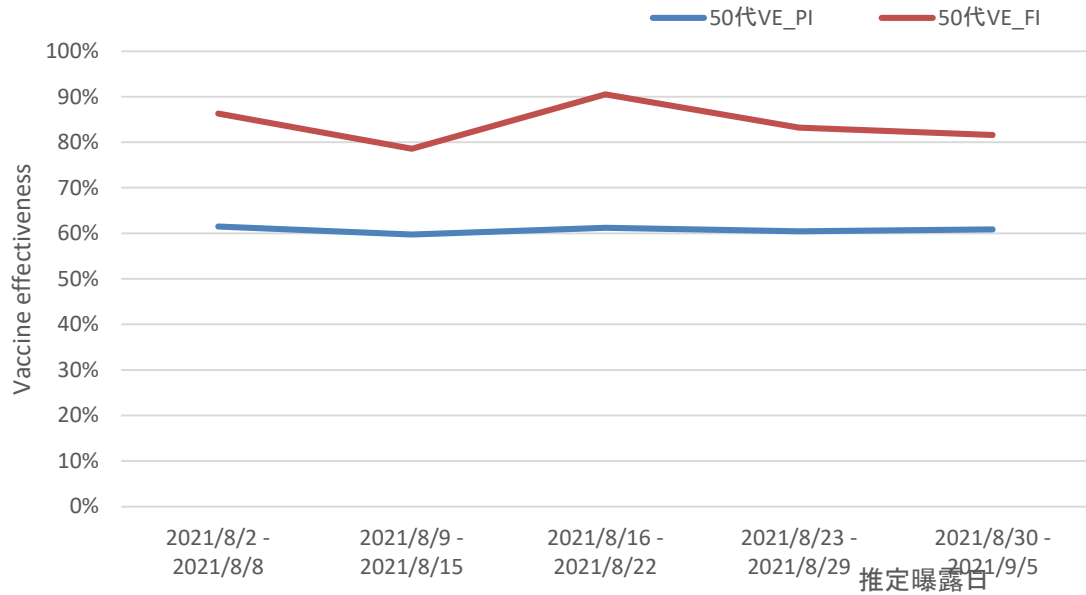
推定ワクチン感染予防効果、30代、名古屋市



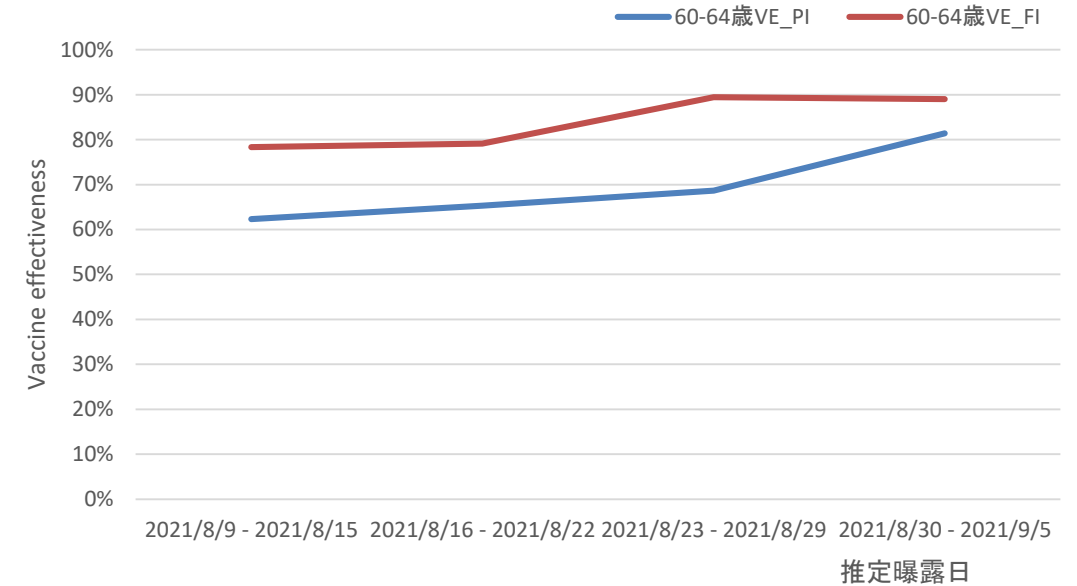
推定ワクチン感染予防効果、40代、名古屋市



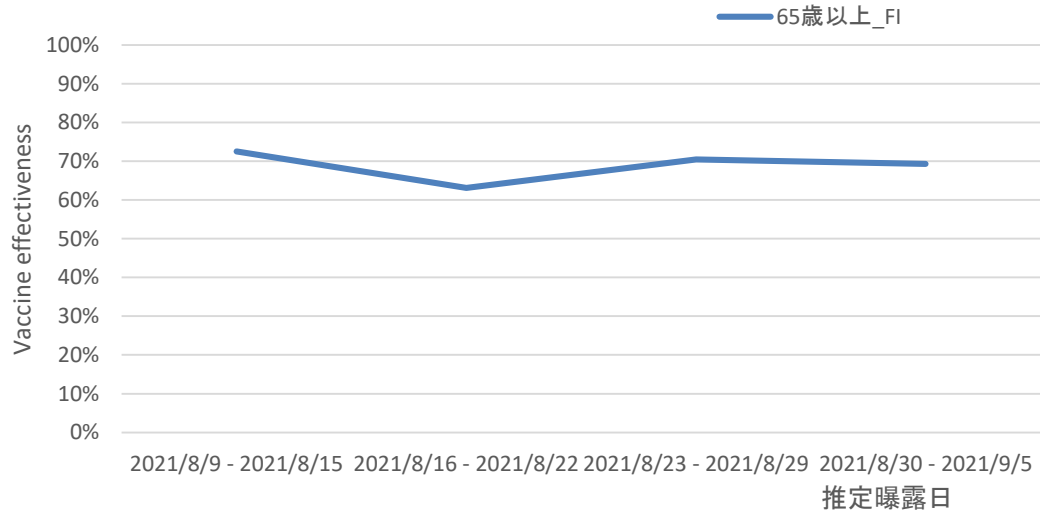
推定ワクチン感染予防効果、50代、名古屋市



推定ワクチン感染予防効果、60-64歳、名古屋市



推定ワクチン感染予防効果、65歳以上、名古屋市



重み付け平均ワクチン効果、年齢群別

	8/2-9/5の重み付平均VE（60歳以上は8/9-9/5）	
	Partially Immunized	Full Immunized
10代	71%	87%
20代	83%	88%
30代	82%	86%
40代	74%	86%
50代	66%	84%
60-64歳	68%	83%
65歳以上	NA	68%

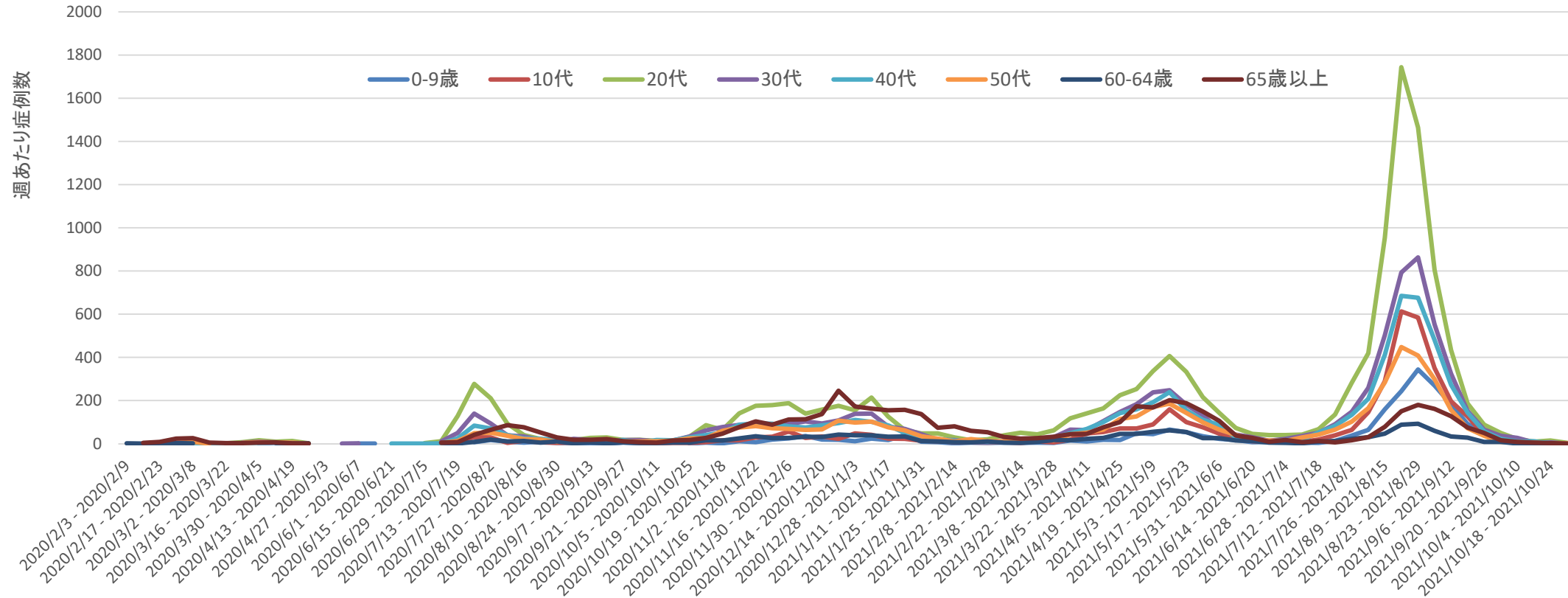
年代別ワクチン免疫による推定感染予防効果、名古屋市

月日（曝露日）	10代			20代			30代			40代			50代			60-64歳			65歳以上		
	PI	FI	合計	PI	FI	合計	PI	FI	合計	PI	FI	合計	PI	FI	合計	PI	FI	合計	PI	FI	合計
2021/7/12 - 2021/7/18	1.29%	0.53%	1.82%	7.69%	6.05%	13.75%	7.50%	5.59%	13.08%	7.81%	5.70%	13.51%	7.74%	5.27%	13.01%	11.73%	7.43%	19.15%	NA	39.08%	39.08%
2021/7/19 - 2021/7/25	2.06%	0.65%	2.72%	10.72%	6.51%	17.23%	10.00%	5.97%	15.97%	10.30%	6.16%	16.47%	10.79%	5.80%	16.59%	22.88%	8.76%	31.65%	NA	46.19%	46.19%
2021/7/26 - 2021/8/1	2.71%	0.82%	3.53%	12.98%	7.15%	20.12%	11.92%	6.57%	18.49%	12.32%	6.90%	19.22%	15.42%	6.65%	22.07%	32.76%	10.26%	43.02%	NA	50.68%	50.68%
2021/8/2 - 2021/8/8	3.34%	1.11%	4.45%	13.95%	8.49%	22.44%	12.72%	7.99%	20.71%	14.88%	8.57%	23.45%	21.36%	8.58%	29.94%	37.31%	12.62%	49.94%	NA	53.63%	53.63%
2021/8/9 - 2021/8/15	4.09%	1.65%	5.74%	13.73%	10.81%	24.54%	12.36%	10.48%	22.83%	16.14%	11.61%	27.75%	24.59%	12.28%	36.86%	33.05%	20.81%	53.86%	NA	56.14%	56.14%
2021/8/16 - 2021/8/22	4.97%	2.35%	7.32%	13.02%	13.47%	26.50%	12.05%	12.97%	25.02%	17.21%	14.49%	31.70%	25.12%	16.32%	41.44%	23.10%	34.79%	57.89%	NA	57.23%	57.23%
2021/8/23 - 2021/8/29	6.65%	3.21%	9.85%	12.79%	16.30%	29.08%	12.80%	15.46%	28.26%	19.23%	17.60%	36.84%	24.19%	23.24%	47.43%	13.40%	48.73%	62.13%	NA	57.87%	57.87%
2021/8/30 - 2021/9/5	9.48%	4.46%	13.93%	13.36%	19.61%	32.97%	15.00%	18.28%	33.28%	20.53%	22.09%	42.62%	19.66%	33.27%	52.93%	8.18%	56.53%	64.71%	NA	58.32%	58.32%
2021/9/6 - 2021/9/12	14.61%	5.71%	20.33%	16.54%	22.24%	38.79%	19.40%	20.83%	40.23%	22.63%	26.99%	49.62%	16.53%	40.94%	57.47%	6.77%	59.50%	66.28%	NA	58.53%	58.53%
2021/9/13 - 2021/9/19	21.39%	7.40%	28.79%	19.71%	24.57%	44.28%	22.98%	23.19%	46.17%	22.46%	32.10%	54.56%	13.87%	46.56%	60.43%	5.81%	61.57%	67.39%	NA	58.70%	58.70%
2021/9/20 - 2021/9/26	25.74%	10.13%	35.86%	21.29%	27.04%	48.32%	23.87%	26.38%	50.24%	20.36%	37.56%	57.92%	10.37%	52.41%	62.78%	4.59%	63.60%	68.19%	NA	58.91%	58.91%
2021/9/27 - 2021/10/3	27.95%	14.14%	42.09%	21.49%	30.19%	51.67%	22.76%	30.74%	53.50%	17.67%	42.90%	60.57%	8.21%	56.27%	64.48%	3.94%	64.88%	68.82%	NA	59.08%	59.08%
2021/10/4 - 2021/10/10	28.21%	21.14%	49.35%	20.13%	35.42%	55.55%	19.95%	37.38%	57.34%	13.70%	50.11%	63.81%	6.49%	59.93%	66.43%	3.48%	66.15%	69.63%	NA	59.29%	59.29%
2021/10/11 - 2021/10/17	25.94%	29.81%	55.75%	18.07%	41.00%	59.08%	16.98%	43.71%	60.69%	11.16%	55.22%	66.38%	5.74%	62.15%	67.89%	3.31%	67.01%	70.33%	NA	59.45%	59.45%

8月中旬～下旬に、20-40代において、ワクチンによる感染予防効果は約30%に達した。すなわち、ワクチン接種前に比べRtを3割弱低下させる効果があったと考えられる。

自然感染後の免疫による感染予防効果

流行曲線、名古屋市



発病日(無症状の場合は届出日)

累積症例数43,733人 17

2020年2月8日～2021年10月28日

感染後の感染防御免疫獲得について

- 時期

- Seroconversion

- 発病直後30%、1週後70%、2週後90%、3週後100%

Long QX. Nature Med. Apr. 2020

- 感染防御レベル

- 感染後免疫による予防効果: 80%, 65歳以上: 50%

Hansen CH. Lancet. Mar. 2021

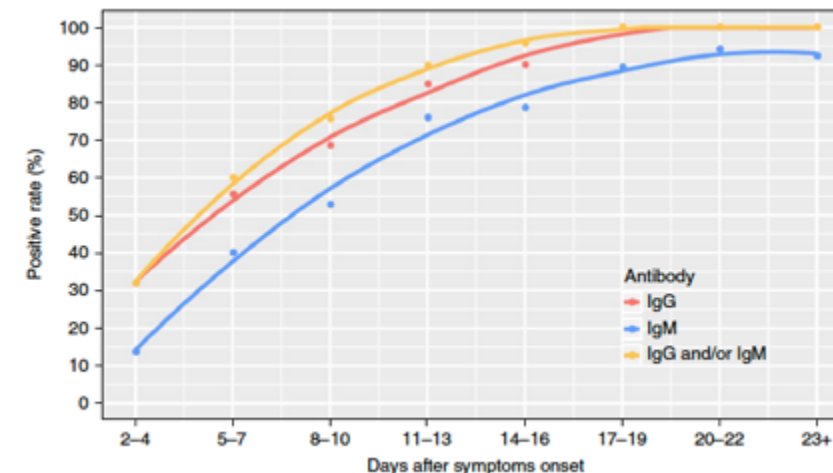
- 概ね80-100%の感染予防免疫の報告

Kojima N. Lancet Inf Dis. Nov. 2021

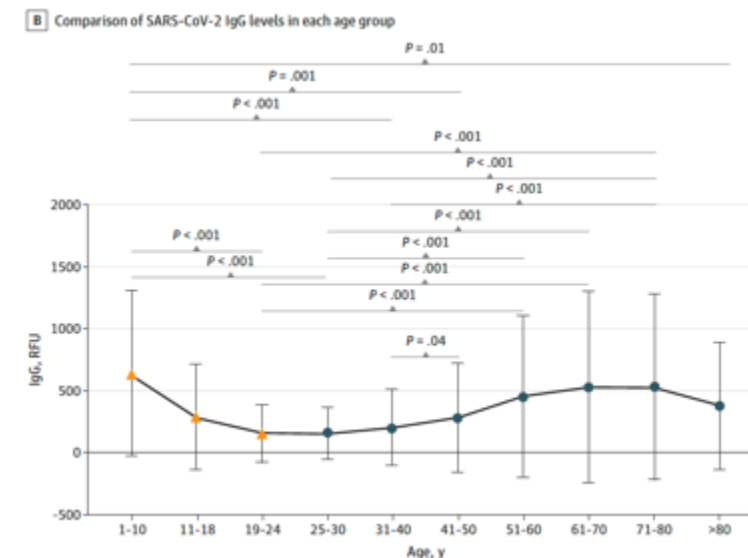
- 感染後のIgGレベル

- 年齢による相違あり

Yang HS. Jama Network Open. 2021



Long QX. Nature Med. Apr. 2020



Yang HS. Jama Network Open. 2021

愛知県におけるサーベイランスの捕捉割合

- 実際は、届出の約4.7倍の感染者が生じていると推定

- 愛知県の血清疫学調査より
(2020.12.4-12.26)

<https://www.mhlw.go.jp/content/000761671.pdf>

(参考) 第2回抗体保有調査 (確定結果)

※黒枠内は、ロシュ社・アボット社の結果による組み合わせ (速報結果参照) のうち、国立感染症研究所による中和試験で陽性となった検体数。中和試験の結果を踏まえ、以下の赤字の結果を陽性確定と計上した。

	アボット (+)		アボット (-)		陽性検体数/総数	抗体保有割合 (中和試験後)	累積感染者数 /人口 ※参考 (12/7時点)
	ロシュ (+)	ロシュ (-)	ロシュ (+)	ロシュ (-)			
東京都	29 ※	15	0	1	46/3,399	1.35%	0.316%
	※ほか、ロシュ (+) アボット (+) 中和試験 (-) のものが2検体						
大阪府	16	3	0	0	19/2,746	0.69%	0.258%
宮城県	4	0	0	0	4/2,860	0.14%	0.057%
愛知県	16	5	0	0	21/2,960	0.71%	0.151%
千葉県	5 ※	7	0	1	13/3,078	0.42%	0.120%
	※ほか、ロシュ (+) アボット (+) 中和試験 (-) のものが1検体						

感染後の免疫獲得について

	感染直後	1週後	2週後	3週後
64歳未満	27%	63%	81%	90%
65歳以上	15%	35%	45%	50%

- 感染後の感染予防免疫獲得を各々90%、50%とし抗体陽転の時期を考慮して算出
- 自然感染による感染防御の算出方法
 1. 届出数を4.7倍し推定感染者数とし、週単位で年齢群別流行曲線を作成
 2. 週単位の感受性者人口に対する自然免疫獲得割合を算出
 3. 上記割合を時間経過とともに積算し、累積の免疫獲得割合とする。
- 時間経過に伴う免疫の減衰は考慮しない
- ワクチン接種者が感染した場合の感染後免疫の獲得に関して、ステータスによる違いは考慮しない

自然感染の免疫による推定感染予防効果

年月日	0-9歳	10代	20代	30代	40代	50代	60-64歳	65歳以上	全年齢
2021/7/12 - 2021/7/18	1.34%	3.10%	9.12%	5.18%	3.77%	3.59%	3.57%	2.33%	3.93%
2021/7/19 - 2021/7/25	1.35%	3.15%	9.24%	5.26%	3.84%	3.65%	3.60%	2.34%	3.98%
2021/7/26 - 2021/8/1	1.39%	3.24%	9.49%	5.40%	3.94%	3.74%	3.65%	2.34%	4.07%
2021/8/2 - 2021/8/8	1.46%	3.41%	9.92%	5.64%	4.11%	3.89%	3.72%	2.35%	4.22%
2021/8/9 - 2021/8/15	1.62%	3.77%	10.73%	6.07%	4.41%	4.13%	3.83%	2.37%	4.51%
<u>2021/8/16 - 2021/8/22</u>	<u>1.90%</u>	<u>4.51%</u>	<u>12.32%</u>	<u>6.81%</u>	<u>4.93%</u>	<u>4.51%</u>	<u>4.02%</u>	<u>2.42%</u>	<u>5.03%</u>
<u>2021/8/23 - 2021/8/29</u>	<u>2.34%</u>	<u>5.59%</u>	<u>14.46%</u>	<u>7.83%</u>	<u>5.65%</u>	<u>5.02%</u>	<u>4.28%</u>	<u>2.49%</u>	<u>5.74%</u>
2021/8/30 - 2021/9/5	2.83%	6.67%	16.45%	8.88%	6.38%	5.51%	4.55%	2.59%	6.46%
2021/9/6 - 2021/9/12	3.28%	7.51%	17.89%	9.72%	6.97%	5.90%	4.76%	2.68%	7.01%
2021/9/13 - 2021/9/19	3.60%	8.05%	18.73%	10.26%	7.36%	6.15%	4.91%	2.75%	7.37%
2021/9/20 - 2021/9/26	3.80%	8.35%	19.15%	10.56%	7.58%	6.28%	5.00%	2.80%	7.57%
2021/9/27 - 2021/10/3	3.90%	8.50%	19.35%	10.70%	7.69%	6.35%	5.05%	2.83%	7.67%
2021/10/4 - 2021/10/10	3.96%	8.58%	19.45%	10.78%	7.73%	6.37%	5.08%	2.85%	7.71%
2021/10/11 - 2021/10/17	3.98%	8.61%	19.50%	10.82%	7.76%	6.39%	5.09%	2.86%	7.74%

年代別自然感染及びワクチンによる推定感染予防効果

年月日	0-9歳			10代			20代			30代			40代			50代			60-64歳			65歳以上		
	ワクチン	自然感染	統合	ワクチン	自然感染	統合	ワクチン	自然感染	統合	ワクチン	自然感染	統合	ワクチン	自然感染	統合	ワクチン	自然感染	統合	ワクチン	自然感染	統合	ワクチン	自然感染	統合
2021/7/12 - 2021/7/18	0.0%	1.3%	1.3%	1.26%	3.1%	4.3%	13.8%	9.1%	21.6%	13.1%	5.2%	17.6%	13.5%	3.8%	16.8%	13.0%	3.6%	16.1%	19.2%	3.6%	22.0%	39.1%	2.3%	40.5%
2021/7/19 - 2021/7/25	0.0%	1.4%	1.4%	1.88%	3.1%	5.0%	17.2%	9.2%	24.9%	16.0%	5.3%	20.4%	16.5%	3.8%	19.7%	16.6%	3.7%	19.6%	31.7%	3.6%	34.1%	46.2%	2.3%	47.4%
2021/7/26 - 2021/8/1	0.0%	1.4%	1.4%	2.45%	3.2%	5.6%	20.1%	9.5%	27.7%	18.5%	5.4%	22.9%	19.2%	3.9%	22.4%	22.1%	3.7%	25.0%	43.0%	3.6%	45.1%	50.7%	2.3%	51.8%
2021/8/2 - 2021/8/8	0.0%	1.5%	1.5%	3.08%	3.4%	6.4%	22.4%	9.9%	30.1%	20.7%	5.6%	25.2%	23.5%	4.1%	26.6%	29.9%	3.9%	32.7%	49.9%	3.7%	51.8%	53.6%	2.4%	54.7%
2021/8/9 - 2021/8/15	0.0%	1.6%	1.6%	3.98%	3.8%	7.6%	24.5%	10.7%	32.6%	22.8%	6.1%	27.5%	27.8%	4.4%	30.9%	36.9%	4.1%	39.5%	53.9%	3.8%	55.6%	56.1%	2.4%	57.2%
2021/8/16 - 2021/8/22	0.0%	1.9%	1.9%	5.07%	4.5%	9.4%	26.5%	12.3%	35.6%	25.0%	6.8%	30.1%	31.7%	4.9%	35.1%	41.4%	4.5%	44.1%	57.9%	4.0%	59.6%	57.2%	2.4%	58.3%
2021/8/23 - 2021/8/29	0.0%	2.3%	2.3%	6.83%	5.6%	12.0%	29.1%	14.5%	39.3%	28.3%	7.8%	33.9%	36.8%	5.7%	40.4%	47.4%	5.0%	50.1%	62.1%	4.3%	63.8%	57.9%	2.5%	58.9%
2021/8/30 - 2021/9/5	0.0%	2.8%	2.8%	9.66%	6.7%	15.7%	33.0%	16.4%	44.0%	33.3%	8.9%	39.2%	42.6%	6.4%	46.3%	52.9%	5.5%	55.5%	64.7%	4.5%	66.3%	58.3%	2.6%	59.4%
2021/9/6 - 2021/9/12	0.0%	3.3%	3.3%	14.08%	7.5%	20.5%	38.8%	17.9%	49.7%	40.2%	9.7%	46.0%	49.6%	7.0%	53.1%	57.5%	5.9%	60.0%	66.3%	4.8%	67.9%	58.5%	2.7%	59.6%
2021/9/13 - 2021/9/19	0.0%	3.6%	3.6%	19.95%	8.0%	26.4%	44.3%	18.7%	54.7%	46.2%	10.3%	51.7%	54.6%	7.4%	57.9%	60.4%	6.1%	62.9%	67.4%	4.9%	69.0%	58.7%	2.7%	59.8%
2021/9/20 - 2021/9/26	0.0%	3.8%	3.8%	24.85%	8.4%	31.1%	48.3%	19.1%	58.2%	50.2%	10.6%	55.5%	57.9%	7.6%	61.1%	62.8%	6.3%	65.1%	68.2%	5.0%	69.8%	58.9%	2.8%	60.1%
2021/9/27 - 2021/10/3	0.0%	3.9%	3.9%	29.16%	8.5%	35.2%	51.7%	19.4%	61.0%	53.5%	10.7%	58.5%	60.6%	7.7%	63.6%	64.5%	6.3%	66.7%	68.8%	5.1%	70.4%	59.1%	2.8%	60.2%
2021/10/4 - 2021/10/10	0.0%	4.0%	4.0%	34.20%	8.6%	39.8%	55.6%	19.4%	64.2%	57.3%	10.8%	61.9%	63.8%	7.7%	66.6%	66.4%	6.4%	68.6%	69.6%	5.1%	71.2%	59.3%	2.8%	60.4%
2021/10/11 - 2021/10/17	0.0%	4.0%	4.0%	38.63%	8.6%	43.9%	59.1%	19.5%	67.1%	60.7%	10.8%	64.9%	66.4%	7.8%	69.0%	67.9%	6.4%	69.9%	70.3%	5.1%	71.8%	59.5%	2.9%	60.6%

名古屋市人口における自然感染及びワクチンによる感染予防効果

年月日	全年齢		
	ワクチン	自然感染	統合
2021/7/12 - 2021/7/18	18.4%	3.9%	21.6%
2021/7/19 - 2021/7/25	22.7%	4.0%	25.7%
2021/7/26 - 2021/8/1	26.3%	4.1%	29.3%
2021/8/2 - 2021/8/8	29.8%	4.2%	32.8%
2021/8/9 - 2021/8/15	32.9%	4.5%	35.9%
<u>2021/8/16 - 2021/8/22</u>	<u>35.2%</u>	<u>5.0%</u>	<u>38.5%</u>
<u>2021/8/23 - 2021/8/29</u>	<u>38.1%</u>	<u>5.7%</u>	<u>41.7%</u>
2021/8/30 - 2021/9/5	41.3%	6.5%	45.1%
2021/9/6 - 2021/9/12	45.1%	7.0%	48.9%
2021/9/13 - 2021/9/19	48.2%	7.4%	52.0%
2021/9/20 - 2021/9/26	50.6%	7.6%	54.3%
2021/9/27 - 2021/10/3	52.5%	7.7%	56.1%
2021/10/4 - 2021/10/10	54.7%	7.7%	58.2%
2021/10/11 - 2021/10/17	56.6%	7.7%	59.9%

Limitation

- 免疫の減衰 (Waning) の未考慮
- 診断・サーベイランスバイアス
- ワクチン接種者と未接種者による潜在的なリスク行動や受診行動の相違